PREIS
DM 1.20

Postversandort München

Funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

MIT FERNSEH-TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER · ERSCHEINT AM 5. UND 20. JEDEN MONATS

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

27. JAHRGANG
1. JUNI-HEFT NR. 11 1955

AUS UNSEREM MESSGERÄTE-PROGRAMM

EMT 321 UNIVERSAL-OHMMETER
10 Milliohm bis 100 Megohm

WIDERSTANDS-MESSGERÄTE

mit direkter Anzeige des absoluten Ohmwertes (Universal-Ohmmeter - 10 Milliohm bis 100 Megohm, Milliohmmeter, Mikro-Ohmmeter) sowie auch Einrichtungen mit direkter Anzeige der Toleranzabweichung vom Sollwert. Akkumulatoren-Innenwiderstands-Meßgeräte.

STUDIO-EINRICHTUNGEN

für Tonstudios des Rundfunks und der Industrie: Schallplatten-Abspielmaschinen und zugehörige Entzerrer-Verstärker, Tonhöhenschwankungsmesser, Mikrofonwinden, verschiedene sonstige Geräte und Meßeinrichtungen.

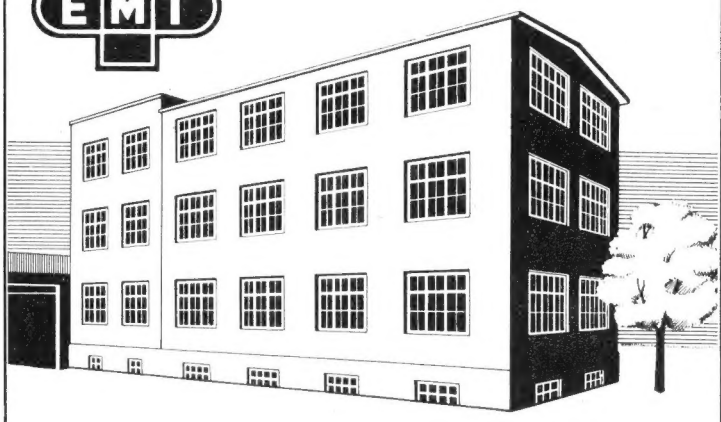
HOCHSPANNUNGS-PRÜFPLÄTZE

für Prüfungen bis 20 kV Gleich- und Wechselspannung, insbesondere an Kondensatoren. Prüfungen bis 5 kV mit Sicherheitsprüfspitzen, für höhere Spannungen in Prüfkäfigen.

KONDENSATOREN-MESSGERÄTE

insbesondere für Kondensatoren-Fabriken und Großabnehmer. Präzisionsmeßbrücken und Fertigungsmeßeinrichtungen für Elektrolyt-Kondensatoren und statische Kondensatoren, Kontaktsicherheitsprüfgeräte und sonstige Spezialprüfgeräte.

EMT



ELEKTROMESSTECHNIK WILHELM FRANZ KG.

LAHR/BADEN · KAISERSTRASSE 68 · TELEFON 2779

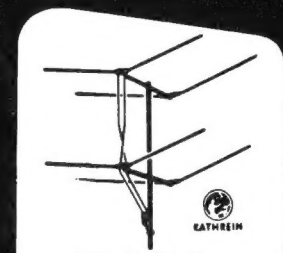
Eine Handvoll der einmalig bewährten TUCHEL-KONTAKTE

TUCHEL-KONTAKT

HERMANN ADAM · München 15, Schillerstr. 18
WERKSVERTRETUNGEN UND AUSLIEFERUNGSLAGER
FÜR ELEKTROAKUSTISCHE ERZEUGNISSE
im Bezirk Südbayern

FERNSEHANTENNEN

Breitband-Antennen
Schmalband-Antennen
FS-Antennen-Verstärker

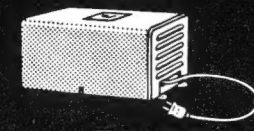


642 RUFA 2

KATHREIN

639 REFLECTA 2

638 MAXIMA 2
(vormontiert)



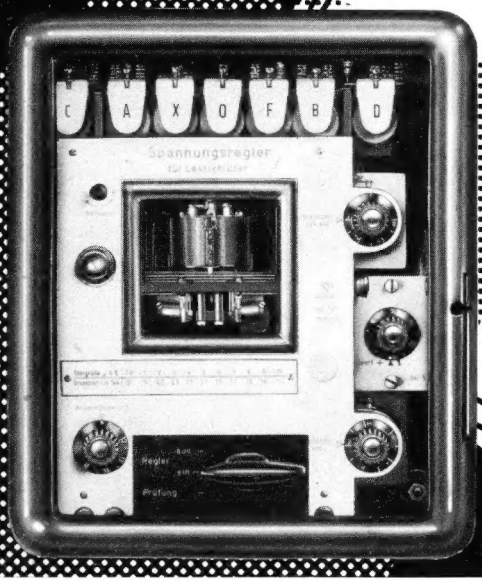
FS-Antennen-Verstärker 650

KATHREIN
ROSENHEIM · OBB.

ÄLTESTE SPEZIALFABRIK FÜR ANTENNEN UND BLITZSCHUTZAPPARATE

GOSSEN
MESSRELAIS
UND REGLER

Für die vielseitigen Aufgaben der elektrischen Regelung und Steuerung in allen Bereichen der Technik



GOSSEN ■ Ausschlags-Schnellregler
GOSSEN ■ Brücken-Schnellregler
GOSSEN ■ Impuls-Regler
GOSSEN ■ Dauerkontakt-Regler
GOSSEN ■ Meßrelais
GOSSEN ■ Komplette Regeleinheiten

P. GOSSEN & CO. GMBH. ERLANGEN

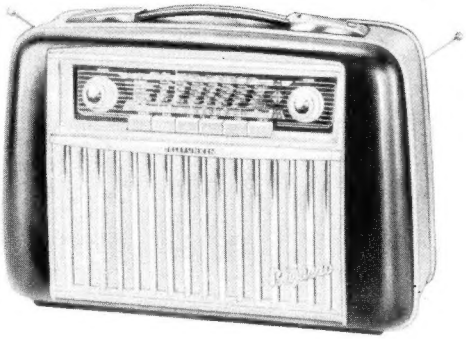
GUT IST JEDER ZUG

mit Erzeugnissen von

BEYER

Heilbronn/Neckar · Bismarckstrasse 107 ·

Kundenwünsche *im Frühling*



TELEFUNKEN-Koffersuper BAJAZZO 55

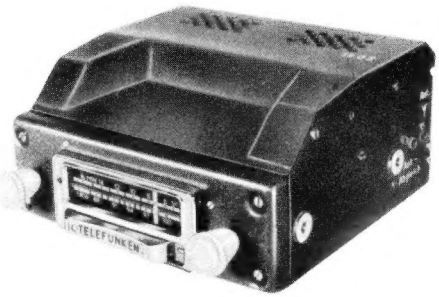
für Batterie- und Netzbetrieb mit der »ewigen Heizbatterie« (kann immer wieder auf- oder nachgeladen werden).
4 Wellenbereiche, Anschlußmöglichkeit für zweiten Lautsprecher, für Plattenabspiel- oder Tonbandgerät.

Grüne Ausführung DM 338,–
Luxusausführung DM 349,–

TELEFUNKEN-Autosuper SELEKTOR

Selbsttätige Abstimmung durch leichtes Berühren der Selektortaste. So bringt er Sender auf Sender am laufenden Band, ohne die Aufmerksamkeit des Fahrers zu beanspruchen. - Passend für jede Wagentype.

DM 487—
(ohne Zubehör)



TELEFUNKEN-Plattenwechsler im Koffer

Eine wertvolle Ergänzung zum Rundfunkgerät. Erprobt und bewährt. 3-touriges Laufwerk (33, 45, 78 U/min), bequeme Drucktastenbedienung. Mit einem Plattenvorrat überallhin mitzunehmen.

DM 229—

MIT TELEFUNKEN

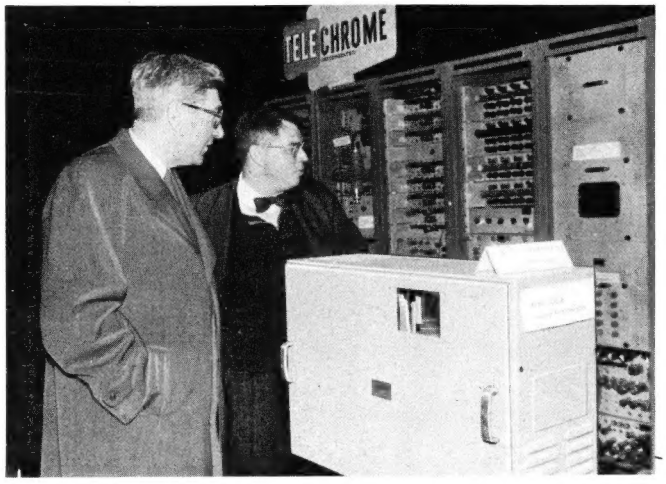
in ein blühendes Frühjahrsgeschäft

Funkschau
27. JAHRGANG MIT FERNSEH-TECHNIK 1. Juni-Heft 1955 Nr. 11

Amerikanisches Farbfernsehen enttäuschte in Deutschland

Als im Bundeswirtschaftsministerium die Einzelheiten der amerikanischen Sonderschau für die Deutsche Industrie-Messe festgelegt wurden, ahnten die Verantwortlichen wohl kaum, welchen Wirbel die Farbfernsehdemonstrationen auslösen sollte. Telechrom Inc., eine amerikanische Spezialfirma für Farbfernseh-Studiogeräte, baute in Hannover eine vollständige Sendeeinrichtung für farbige Bilder im Kurzschlußbetrieb auf. Man übertrug Testbilder und farbige Werbefilme auf einige Westinghouse-Farbfernsehempfänger mit 48-cm-Bildröhre.

Leider war die Behandlung dieses an sich wenig aufregenden Tatbestandes durch Tagespresse und Nachrichtenbüros unglücklich, u. a. wurde davon gesprochen, daß die gezeigten Einrichtungen bei der späteren Einführung des Farbfernsehens in Deutschland benutzt werden würden. Der NWDR, vertreten durch seinen Technischen Direktor, Prof. Dr. W. Nestel, hielt noch drei Tage vor Messebeginn eine Pressekonferenz in Hannover ab und rückte die Dinge wieder zurecht; in die gleiche Richtung zielten die Presseverlautbarungen der Fernsehindustrie.



Prof. Dr. W. Nestel, Technischer Direktor des NWDR (vorn), im Gespräch mit Mr. Popkin-Clurman, dem Präsidenten der Telechrom Inc.

Die Technik des amerikanischen Farbfernsehens dürfte bekannt sein. Es handelt sich um das „compatible" NTSC-Verfahren[1]) mit einem bei etwa 3,5 MHz liegenden Unterträger, der zwei Farben (Blau und Rot) gleichzeitig in Amplituden- und Phasenmodulation überträgt, während Grün aus der Differenz zwischen Schwarz/Weiß und Rot + Blau gewonnen wird. Ein normaler Schwarz/Weiß-Empfänger spricht auf den Farbunterträger nicht an; er zeigt das farbig gesendete Bild daher in Schwarz und Weiß.

Die amerikanische Anlage enthielt neben dem Taktgeber einen Dia-Geber, Regenbogen-Generatoren[2]) für Prüfzwecke, Meßgeräte und eine Einrichtung zur Wiedergabe von Farbfilmen (16 mm). Das Bild wurde dabei durch einen normalen Projektor auf ein Spiegelsystem projiziert und je nach seinem Farbanteil einem Satz von drei Vidicon-Aufnahmeröhren zugeführt.

Die Qualität des gezeigten Farbbildes war nicht ermutigend. Vielleicht lag das zu einem Teil an der weniger guten Filmübertragungsanlage und wohl auch an den Werbefilmen selbst. Die Farben kamen knallig und die Bildschärfe befriedigte nicht. Insofern blieb eine nachhaltige Propaganda für das Farbfernsehen aus. Über die „re-compatibility" stritten sich die Fachleute. Man versteht darunter die Fähigkeit des Farbempfängers, Schwarz/Weiß-Programme einwandfrei, also scharf und ohne Farbsäume, wiederzugeben. Es hatte den Anschein, als ob dieses noch nicht ganz erreicht sei.

Die amerikanischen Vorführungen lenken die Aufmerksamkeit auf die Vorbereitungen für das Farbfernsehen in Europa, die auf sehr weite Sicht geplant sind. Kürzlich trat in Brüssel eine Studiengruppe der CCIR (Beratendes Komitee für Radio des Weltnachrichtenvereins) zusammen. Dieses Gremium, dessen Leitung Dr. Gerber (Schweiz) hat, erhielt den Auftrag, Vorschläge für eine europäische Farbfernsehnorm auszuarbeiten, so daß ein Normenwirrwarr wie bei dem Schwarz/Weiß-Fernsehen von vornherein vermieden wird. Diese Arbeiten sollen bis Ende 1956 abgeschlossen sein. Es wird bekannt, daß die meisten Delegierten in Brüssel sich für eine Verlegung des Farbfernsehens in den Dezimeterbereich (Band IV und V) einsetzten, weil man dort ohne Rücksicht auf Bandbreite auch mit neuen Systemen arbeiten kann, die nicht unbedingt „compatible" sein müssen. England plädiert für Farbfernsehen in Band I und III, und französische Delegierte betonten die Notwendigkeit, Band IV und V ganz für die Farbe freizuhalten. Begründung: die jetzige französische 819-Zeilen-Norm mit dem 13,25 MHz breiten Kanal und der eigentümlich verschachtelten Lage der Bild- und Tonträger läßt ein „compatibles" System für Farbprogramme in Band III nicht zu. Aus diesen Überlegungen heraus empfahl die Studiengruppe, jede reguläre Verwendung von Band IV und V für die Fernseh-Flächenversorgung, wie sie etwa der NWDR in seiner dritten Bauperiode vorgesehen hat, um ein Jahr hinauszuschieben. Sollte sich die Bundesrepublik diesen Empfehlungen anschließen, dann muß der Aufbau regulärer Dezimeterwellen-Fernsehsender um ein Jahr, bis 1957, verschoben werden . . . !

Im Anschluß an die Brüsseler Tagung ließ sich die Studiengruppe in Eindhoven ein neues, von den Philips-Werken entwickeltes Farbfernsehverfahren mit zwei Farbunterträgern vorführen. Es nutzt die durch die 625-Zeilen-Norm gebotene Bandbreite von 5 MHz (USA: 4 MHz) voll aus und ermöglicht wahrscheinlich die Konstruktion einfacherer Empfänger.

Zur Zeit enthalten Farbfernsehempfänger amerikanischer Bauart ungefähr 30 Verstärkerröhren und die hochkomplizierte Dreifarben-Bildröhre, die den weitaus teuersten Teil des Gerätes darstellt. Bei einigen Modellen betrug der Fabrikationsausschuß bis zu 85% der Fertigung; er soll aber durch neue Methoden auf weniger als 20% gesenkt worden sein. Vielleicht als Folge dieser günstigen Entwicklung kündigte Mr. Popkin-Clurman, Präsident der Telechrom Inc., in Hannover für Ende 1955 einen Farbfernsehempfänger mit 53-cm-Bildschirm für nur 400 Dollar an. Z. Z. kostet ein entsprechendes Gerät noch 900 Dollar. K. T.

[1]) Vgl. FUNKSCHAU 1955, Heft 10, Seite 202. [2]) Vgl. FUNKSCHAU 1955, Heft 9, Seite 178.

Aus dem Inhalt:

Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik in Hannover:
Hannover als Exportzentrum der Rundfunk- und Fernsehindustrie 216
Billigere Funksprechgeräte 218
Verstärkeranlagen 219
Vielseitige Meßtechnik 220
Aktuelle FUNKSCHAU 222
Licht als Energiequelle für ein Transistor-Rundfunkgerät 223
Ein einfaches Universal-Röhrenvoltmeter 225
Sinusoszillator statt Zeilen-Sperrschwinger 226
Funktechnische Fachliteratur 226
Transistorentechnik - stark vereinfacht .. 227
FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten:
Ein Fernseh-Antennenverstärker 229
Für den jungen Funktechniker:
10. Schaltbilder und einfache Widerstandsschaltungen 232
Studie in High-Fidelity 234
Vorschläge für die Werkstattpraxis:
Tonabnehmer-Saphire und Garantiepflicht; Betriebsspannung auf Umwegen 235
Die Antennentechnik in Hannover 236
Neue Lautsprecher und Mikrofone 238
Versicherung für Fernsehempfänger 238
Steckerleisten; Tandem-Regler; Fernseh-Kanalschalter 239
Neuerungen 239

Die INGENIEUR-AUSGABE enthält außerdem:

Funktechnische Arbeitsblätter

Mv 91 Die Bestimmung der Grenzempfindlichkeit - Das Arbeiten mit dem Rauschgenerator Blatt 1 bis 3

DK 01 Die Dezimalklassifikation Blatt 3

Unser Titelbild: Sonntagsbesucher-Ströme, Wagenkolonnen zur Messe und Umzüge zum 1. Mai, das war ein besonderes Verkehrsproblem in diesem Jahr in Hannover. Gemeistert wurde es durch verstärkten Einsatz von Funksprechgeräten. Hannovers Polizeidirektor Saupe beobachtete selbst vom Hubschrauber aus den Verkehr von oben und gab über ein Telefunken-Teleport-Gerät Weisungen an die Verkehrsleitstellen. — Links auf dem Bild der Rathausturm von Hannover.

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik IN HANNOVER

Hannover als Exportzentrum der Rundfunk- und Fernsehindustrie

Die Deutsche Industrie-Messe Hannover hat auch auf dem Sektor „Rundfunk- und Fernsehgeräte" eine große Bedeutung gewonnen. Fast alle maßgebenden Firmen dieses Wirtschaftszweiges erkannten rechtzeitig die sich anbahnende Entwicklung und belegten Stände in Halle 11 A, zum Teil parallel zu den fest gemieteten Ständen in den Hallen 9 und 10.

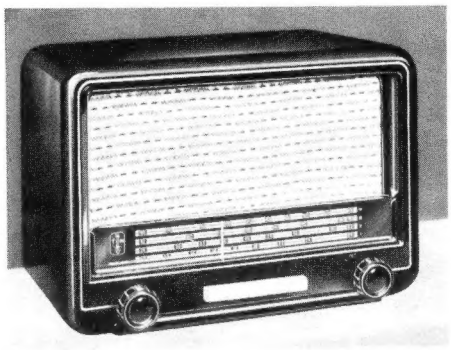
Eine Beteiligung an der Messe in Hannover hat sich gut gelohnt; wir hörten viele positive Urteile über Geschäftsanbahnungen und Umsätze. Vor allem scheint die Phonoindustrie zufrieden zu sein. Welche Bedeutung aber die Messebeteiligung auch für kleinere Firmen hat, geht aus den Mitteilungen einiger dieser Unternehmen über den Exportanteil ihrer Rundfunkgeräteerzeugung hervor. Er erreicht bis zu siebzig Prozent! Es ist daher ganz natürlich, daß die in diesem Jahre fehlenden Firmen 1956 in Hannover dabei sein wollen; von einem großen norddeutschen Unternehmen steht es schon jetzt fest.

Wir müssen an dieser Stelle wiederholen, was wir im Vorjahr niederschrieben: „Hannover war kein Startplatz für Rundfunkgeräte des Inlandsmarktes". Das verbot die freiwillige Beschränkung bezüglich des Neuheitentermins zum 1. Juli und die in diesem Jahre stattfindende Funkausstellung — nicht zuletzt aber die fortgeschrittene Saison mit ihren rückläufigen Umsätzen. Um so mehr konzentrierte sich das Angebot auf Exportempfänger. Über die grundsätzlichen Forderungen an diese Typen braucht hier nicht mehr gesprochen zu werden; wir verweisen auf den Beitrag in FUNKSCHAU 1955, Heft 8, Seite 157, der die technischen Anforderungen an Geräte für Übersee behandelt hat.

Eine besondere Stellung im Übersee-Export nehmen die Kleinempfänger ein, die weniger als einhundert DM ab Werk kosten und in ihren Wellenbereichen den Erfordernissen bestimmter Erdteile und Länder angepaßt sind. Einige von ihnen haben auch ihre Freunde in Europa gefunden, etwa als besonders preiswerte Zweitempfänger. Zu erwähnen wären u. a.:

Apparatewerk Bayern (AWB): Der Super WUR 064/WUR 865 wird in drei Ausführungen geliefert. Das dritte Modell enthält UKW (89...100 MHz) und Mittelwelle, wobei der UKW-Eingang von einer Röhre EC 92 gebildet wird (10 Kreise). Besonderes Kennzeichen dieser Geräte ist die eingebaute Elektrouhr mit Wecker und Schaltmechanismus.

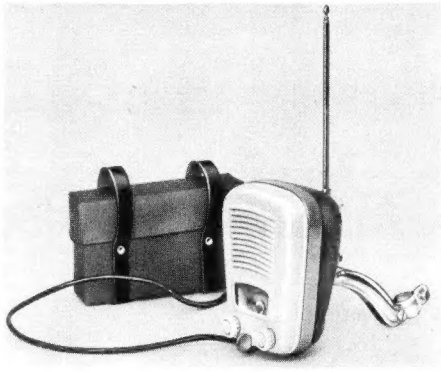
Grundig bietet für den Export aus seiner großen Serie ebenfalls ein Kleingerät an. Die Type 80, ein tropenfestes Spezialmodell im Preßstoffgehäuse, kann in Wechselstromausführung 80 W mit Normalwellen (Kurz-, Mittel), als 80 WE mit erweitertem Kurzwellenbereich bis 72 m, als 80 B mit Batterieröhren (sonst wie 80 W) bzw. als 80 BE entsprechend 80 WE bezogen werden.



Drei Kurzwellenbereiche und Mittelwellen enthält dieser Export-Batterieempfänger von Nogoton

Loewe-Opta hatte sein ausführliches Exportprogramm ausgestellt, darunter die zwei Kleingeräte „Rheinnixe 1255 W" mit drei KW-Bereichen (von 14 bis 188 m durchgehend) und Mittelwelle und „Tempo 719" (W = Wechselstrom bzw. B = Batterie). Die Wechselstromausführung des Tempo 719 besitzt die interessante Röhrenbestückung 2 × ECH 81, EL 41, EZ 40 und als Zf-Gleichrichter die Diode OA 71.

Bemerkenswert ist das größere Modell „Meteor 326 W" mit drei KW-Bereichen (9,9 bis 204 m) und Mittelwelle, Hf-Vorstufe und starker Endröhre EL 84. Wir weisen hier auf den „Störunterdrücker" (noise limiter) hin, dargestellt durch eine vorgespannte Diodenstrecke der EABC 80. Sobald die Störspannung eine die Diodenspannung übersteigende Größe erreicht, wird die Diode leitend und kappt die Störspannung ab. Diese Art der Störunterdrückung ist aus kommerziellen Großempfängern und Amateursuperhets bekannt.



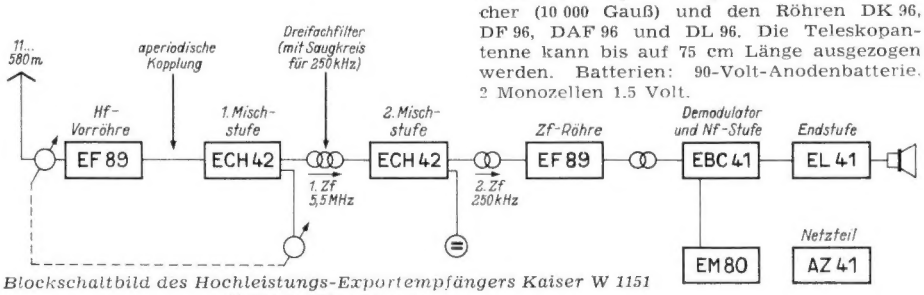
Fahrradempfänger von AWB mit Teleskopantenne und Batterietasche

Im „Meteor 326 W" kann sie mit einer besonderen Taste ein- oder ausgeschaltet werden.

Merkur-Radio, eine neue Firma, die sich auf Exportgeräte spezialisiert hat, stellte eine vollständige Linie von Exportgeräten aus, beginnend mit dem kleinen „Comet" (als Wechselstrom- oder Batteriemodell mit verschieden ausgelegten Wellenbereichen lieferbar) und endend mit dem „Diamant 55", einem 6-Röhren-Phonosuper.

Nogoton, bekannt als Hersteller leistungsfähiger UKW-Einbausuper, stellte einen Übersee-Batterieempfänger, Typ 6585 B/trop mit vier Wellenbereichen und einer Empfindlichkeit von 10...30 µV vor (Röhren: DK 92, DF 96, DAF 96, DL 94, auf Wunsch zusätzlich DM 71).

Kaiser überraschte mit einem ausgezeichnet durchkonstruierten Duplex-Exportsuper, Typ W 1151 bzw. W 1156 (3-D mit EL 84). Er



Blockschaltbild des Hochleistungs-Exportempfängers Kaiser W 1151 mit Doppelüberlagerung

Kleiner, tropenfester Exportempfänger Typ 80 von Grundig lieferbar in vier Ausführungen

macht von zweifacher multiplikativer Mischung mit 2 × ECH 42 Gebrauch. Die zweite Zwischenfrequenz ist ziemlich niedrig (250 kHz), so daß sich eine sehr gute Trennschärfe ergibt. Die beim Doppelsuperhet gefürchteten Pfeifstellen treten bei diesem Gerät nicht auf, dagegen machen sich die angenehmen Eigenschaften des Prinzips, vor allem die außerordentlich hohe Vorselektion und damit pfeiffreier, eindeutiger Kurzwellenempfang bis in das 11-m-Band herab, vorteilhaft bemerkbar. Auch die Gefahr von Quermodulation, etwa durch einen starken örtlichen Sender, ist befriedigend beherrscht.

Über die Exportgeräte von **Saba** berichteten wir bereits in der FUNKSCHAU 1955, Heft 8, Seite 176, und möchten hier vor allem nochmals auf den komfortablen Spitzenempfänger UW-155-Automatic mit sieben Wellenbereichen, Leuchtdrucktasten und der automatischen, motorangetriebenen Sendereinstellung mit Scharfabstimmung und Fernbedienung hinweisen. Es hat den Anschein, als ob im Ausland zunehmend auch deutsche Spitzenempfänger gefragt werden, soweit sich diese ebenso wie die recht flott exportierten Phonosuper, Musiktruhen und Luxuskombinationen in Einzelheiten dem spezifischen Geschmack der Abnehmer anzupassen vermögen.

*

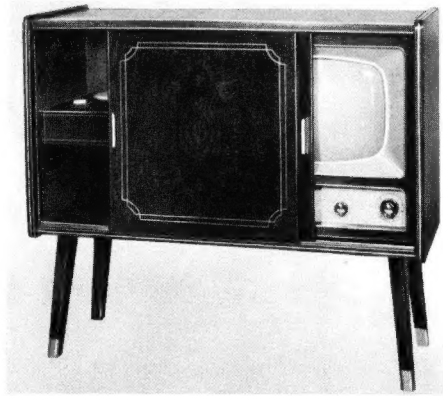
Das Exportprogramm der deutschen Rundfunkgeräteindustrie umfaßt heute, bezogen auf die Zahl der Typen, fast ²/₃ des Inlandsangebotes. Immerhin erwartet die Industrie für das Kalenderjahr 1955 eine Ausfuhr von 1 Million Empfänger. Das dürften dann rund 40% der Gesamtfertigung sein! Diese Angabe beleuchtet die Bedeutung der Ausfuhr von Rundfunkempfängern für die Rundfunkindustrie.

*

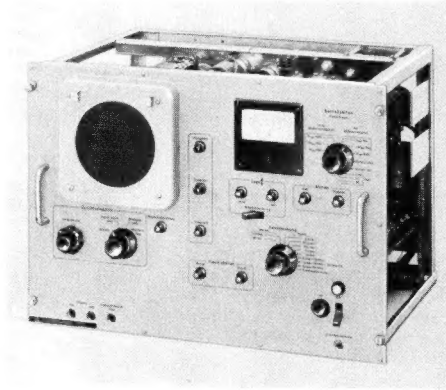
Neue Empfänger für das Inland waren nur vereinzelt zu finden. **Tonfunk** zeigte das vor einigen Wochen neu geschaffene Gerät W 231 mit 3-D-Lautsprecheranordnung zum günstigen Preis von 268 DM. Man verzichtete mit Ausnahme von Kurzwellen auf keinerlei Komfort wie Klaviertasten, drei Lautsprecher, getrennte Regelung der Höhen und Tiefen, Edelholzgehäuse, hohe UKW-Empfindlichkeit usw. Eine „Fernsehtaste" ermöglicht das Zusammenschalten mit einem Tonfunk-Fernsehgerät ohne Tonteil.

Viel Interesse fand der neue Fahrradsuper vom **Apparatewerk Bayern.** Das unzerbrechliche Gehäuse mit Flansch zur Befestigung an der Lenkstange enthält einen 6-Kreis-Mittelwellensuper mit perm.-dyn. Lautsprecher (10 000 Gauß) und den Röhren DK 96, DF 96, DAF 96 und DL 96. Die Teleskopantenne kann bis auf 75 cm Länge ausgezogen werden. Batterien: 90-Volt-Anodenbatterie, 2 Monozellen 1.5 Volt.

Grundig-Dreierkombination 870/3 D. Die Schiebetür läßt entweder den Rundfunk- und Phonoteil oder den Bildschirm sichtbar werden



Neue Fernseh-Phono-Kombination von Tonfunk als Ergänzung für vorhandene Rundfunkempfänger



Teil des Siemens-Fernsehmeßgestells: der Fernseh-Kontrolloszillograf 3 U 124

Fernsehen

Viele Ausländer, vor allem aus den nordischen Ländern, informierten sich am fast geschlossenen Angebot der Industrie über die deutschen Fernsehgeräte. In Schweden und später in Norwegen steht die Aufnahme des Fernsehdienstes in absehbarer Zeit bevor, während andererseits die einheimische Industrie Schwierigkeiten haben wird, Geräte ebenso preisgünstig wie die deutschen Firmen herzustellen. Die letzte Preissenkung machte die deutschen Fernsehgeräte in Europa nahezu konkurrenzlos, so daß gewisse Abwehrerscheinungen, etwa in Italien und Belgien, nicht zu übersehen sind. In Belgien ist eine Kontingentierung der Einfuhren in Vorbereitung. Sie wird die Gesamtimporte des Landes auf 3000 Geräte pro Jahr beschränken, so daß die mit viel Elan von deutscher Seite herausgebrachten Vier-Normen-Empfänger (Philips, Schaub-Lorenz, Grundig, Nordmende, Lowe-Opta, Tonfunk) nicht recht zur Geltung kommen werden, wenn nicht etwa der Absatz im deutschen Grenzraum oder in Luxemburg und später einmal im Saargebiet und in der Schweiz einen Ausgleich schaffen kann. Von amerikanischer Seite werden Befürchtungen hinsichtlich des deutschen Fernsehgeräteexportes nach Südamerika geäußert. Dort befindet sich das Fernsehen im steilen Aufschwung, vor allem in Brasilien, Venezuela und Columbien, und die Nachfrage wird heute noch weitgehend von den USA gedeckt. Man erwartet aber, daß das deutsche Fernsehgerät nach Ausbau der Produktionskapazität in einigen Jahren auf dem internationalen Markt eine ähnlich führende Stellung wie heute der deutsche Rundfunkempfänger einnehmen wird.

Grundig stellte in Hannover zehn verschiedene Fernsehempfänger aus; sie alle bedienen sich der hohen Zwischenfrequenzen im 40-MHz-Bereich, so daß neben anderen Vorteilen später das Umsetzen von Dezimeterfernsehsendern (Band IV und V) leichter möglich ist. Folgende Typen sind besonders erwähnenswert:

470/3 D, ein 53-cm-Tischempfänger mit 3-D-Anordnung der Lautsprecher.

570/3 D entspricht dem vorgenannten Modell, ist jedoch als Standempfänger ausgebildet und besitzt eine versenkbare Klappe vor dem Bildschirm. Getrennte Höhen- und Tiefenreglung des Tones ist vorgesehen.

770/3 D ist dank seiner beiden einschiebbaren Türen im geschlossenen Zustand ein formschönes Möbelstück. Die Schwarzsteuerung sichert eine der Originalsendung getreue Wiedergabe aller Helligkeitswerte. Überhaupt ist die Schaltung auf Höchstleistung gezüchtet, wie vier Bild-Zf-Stufen und 33 Röhrenfunktionen beweisen (53-cm-Bildröhre).

830/3 D besitzt mit der 60-cm-Röhre 24 CP 4 A (amerikanisches Fabrikat) eine besonders große Bildfläche von 54 × 43 cm. 90-Grad-Strahlablenkung und 18 kV Bildröhren-Hochspannung sind besondere Merkmale dieser Konstruktion, deren übrige technische Daten dem Schrank 770/3 D entsprechen. Die hohe Ablenkleistung im Zeilenkippgerät wird von der neuen PL 36 erzeugt, die auf einen neuentwickelten Zeilentransformator arbeitet.

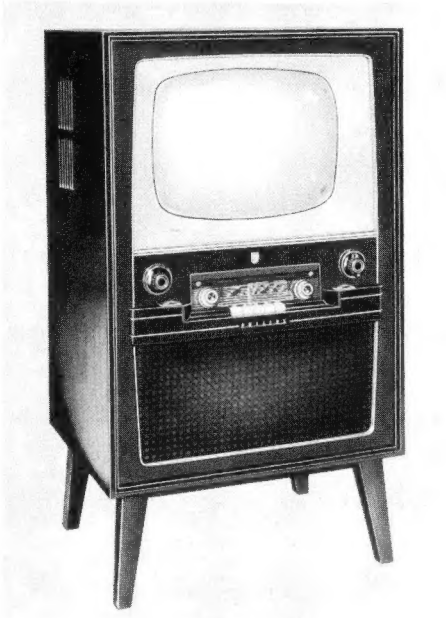
Krefft-Weltfunk senkte den Preis des 36-cm-Tischgerätes im Preßstoffgehäuse von 588 DM auf 498 DM und liefert damit das billigste deutsche Fernsehgerät überhaupt. Der Handel hat bisher recht positiv reagiert, und es wird sich jetzt zeigen, ob im Publikum eine echte Abneigung gegen das 36-cm-Tischgerät besteht oder ob es sich nur um eine Frage des Preises handelte. Andere Firmen waren bei Abschluß dieses Manuskriptes dem Beispiel von Krefft noch nicht gefolgt.

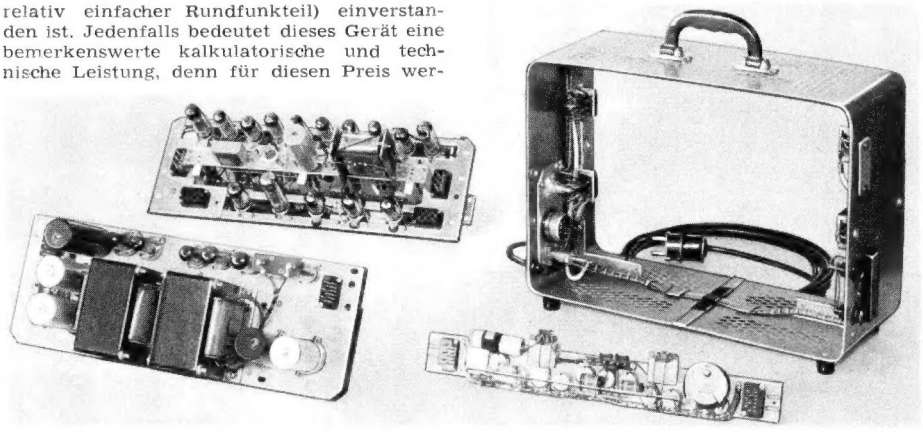
Weiterhin fand die neue Fernseh-Rundfunk-Kombination von **Philips** Typ Krefeld 4322 (17 RD 122 U) zum erstaunlich niedrigen Preis von 998 DM stärkstes Interesse. Erstmalig kostet eine solche Kombination weniger als 1000 DM — und es wird vom Publikum abhängen, ob es mit der durch den Preis bedingten Ausführung (vor allem ein relativ einfacher Rundfunkteil) einverstanden ist. Jedenfalls bedeutet dieses Gerät eine bemerkenswerte kalkulatorische und technische Leistung, denn für diesen Preis werden geboten: 43-cm-Fernsehempfänger mit dem Chassis des Krefeld 4320 (16 Röhren, 4 Dioden), davon unabhängiger Rundfunkempfänger mit dem Chassis des BD 244 U (Philetta) und drei Lautsprecher — nach vorn ein 22-cm-Duo-Chassis, nach den Seiten zwei Duolautsprecher 13 cm.

Tonfunk zeigte als Neuheit zwei Kombinationstypen. Von diesen dürfte das Modell FP 1217 besonders interessieren: eine elegante Zusammenfassung von Fernsehempfänger und Zehnplattenspieler, gedacht für jene neuen Fernsehteilnehmer, die ihr bewährtes Rundfunkgerät beibehalten und es auf die neue Kombination stellen wollen. Schallplattenwiedergabe ist wahlweise über den Tonteil des Fernsehgerätes oder über den Nf-Teil des vorhandenen Rundfunkempfängers möglich.

Das Interesse an industriellen Fernsehanlagen nimmt zu, wie die Demonstration von neuen Geräten durch die Fa. Tekade beweist. Die Kamera der neuen Anlage kann wahlweise mit einem Resistron (nach Art des Vidicons, unter Ausnutzung des „inneren fotoelektrischen Effekts") oder dem Superikonoskop bestückt werden. Man wird das billigere Resistron überall dort verwenden, wo keine schnellen Vorgänge beobachtet werden müssen. Die Übertragungsnorm wurde entsprechend der CCIR-Norm festgelegt, d. h. auf 625 Zeilen und 50 Halbbilder je Sekunde. Durch volle Ausnutzung der Bandbreite von 5 MHz ist die Bildqualität ausgezeichnet. Zwischen Kamera und Wiedergabegerät ist das Steuergerät eingeschaltet. Es liefert als Taktgeber die entsprechenden Impulse an die Kamera und gibt andererseits das Bildsignal über eine Leitung von maximal 1000 m (!) Länge in Form eines niederfrequenten Einkanalgemischs an die Beobachtungsempfänger ab. Diese Geräte haben 22 × 29 cm Bildgröße, im Eingang ist ein Leitungsentzerrer zum Anpassen an die Leitungslänge enthalten, gefolgt vom Video-Vor- und Endverstärker.

Grundig ist unablässig bemüht, seine industrielle Fernsehanlage „Fernauge" weiter auszubauen und für Spezialzwecke auszurüsten. Versuche mit der Polizei, in Industriewerken,





Bausteine des Steuergerätes zum Grundig-„Fernauge"; von links: Netzteil, Impuls- und Verstärkerteil, Reglerleiste und Gehäusemantel mit Verkabelung

Links: Philips-„Krefeld 4322", die billigste Fernseh-Rundfunkkombination

in Unterwasserbeobachtungsanlagen usw. vertiefen die Erkenntnisse der Konstrukteure, so daß heute eine Anzahl von Zusatz- und Hilfsgeräten zur Verfügung steht, die nahezu jede Anwendungsmöglichkeit einschließt. Besonders sorgfältig wurde die Blendenfernsteuerung ausgebildet; ferner hat man Zusatzgeräte wie drucktastenbediente Anschlußkästen für 6 Fernsehkameras an ein Steuergerät, staubdicht gekapselte, mit Lüfter gekühlte Beobachtungsgeräte mit 43-cm-Bildröhre usw. geschaffen.

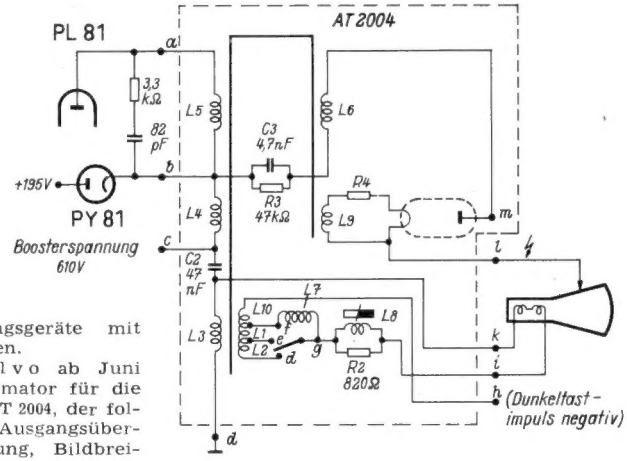
Für Bildröhren liefert Valvo ab Juni einen neuen Ausgangstransformator für die Horizontal-Ablenkung, Type AT 2004, der folgendes zusammenfaßt: Zeilen-Ausgangsübertrager, Hochspannungserzeugung, Bildbreitenregler und Linearitätsabgleich. Entsprechend den Wünschen der Apparatekonstrukteure ist die in neuartiger Wicklungs- und Isoliertechnik aufgebaute Hochspannungsspule für 16 kV ausgelegt; sie lagert in Kunststoff und ist absolut sprühfest und feuchtigkeitssicher, Lufteinschlüsse sind ausgeschlossen. Als Kern dient Ferroxcube. Interessant ist der werksseitig fest eingestellte Linearitätsabgleich L 8/R 2 mit Hilfe von Ferroxdure-Stäbchen, der einen bedienbaren Zeilenlinearitätsregler überflüssig macht. Als Gleichrichterröhre ist die auswechselbare DY 86 in einer sprühsicheren Fassung vorgesehen. L 1, L 2 und L 7 dienen zur Regelung der Bildbreite, L 10 mit Anschluß h ist die Zusatzwicklung für Dunkeltastimpulse bzw. zur Abnahme der Phasensynchronisierimpulse. Dank geringster Streuung in der Fertigung entfällt ein besonderer Kondensator zur genauen Festlegung der Rücklaufzeit.

Zur Prüfung von Fernseh-Richtfunkstrecken hat Siemens eine Vorrichtung entwickelt, die vor allem die Phasenunterschiede der Frequenzen zu messen erlaubt, die entsprechend der CCIR-Norm übertragen werden (bis 5 MHz). Gerade diese winzigen Zeitunterschiede sind kritisch, denn das Auge stellt hier bereits Abweichungen in der Größenordnung von 10^{-7} s fest. Einer zu prüfenden Übertragungsstrecke werden Rechteckwellen mit genormtem Flankenanstieg zugeführt. Am anderen Ende der Strecke überprüft man die Verformung mit dem Oszillografen. Zur Überwachung der Gradation (Helligkeitswerte) dienen Sägezahn- oder Treppenspannungen.

Zusammen mit den Synchronisier- und Austastimpulsen werden diese verschiedenen Meßspannungen vom Siemens-Prüfsignalgeber 3 W 415 erzeugt und mit den Signalen des Hilfstaktgebers gemischt. Zur Sichtbeobachtung dient der Fernseh-Kontrolloszillograph 3 U 124 mit einer besonders scharf zeichnenden Röhre, die Oszillogramme auch für die Auswertung kürzester Anstiegszeiten wiedergibt. Daten: Frequenzgang ≦ 3 dB bei 10 MHz, Überschwingen ≦ 1 %, Wiedergabe einer 50-Hz-Rechteckspannung mit einer „Dachschräge" von weniger als —2 %. Ein Zusatzgerät (Differenzmeßgerät 3 U 125) erlaubt die Messung von Amplituden-, Frequenz- und Laufzeitverzerrungen durch Differenzbildung zwischen Sende- und Empfangssignal noch von etwa 2 ‰.

Diese komplette Anlage, die um weitere Zusätze, etwa für Kamera- und Studiogeräteprüfung, erweitert werden kann, wird zu Fernseh-Meßgestellen zusammengefaßt und erlaubt der Bundespost die Prüfung der Fernsehstrecken von und nach dem Ausland beim internationalen Programmaustausch.

K. T.



Schaltung des neuen Zeilenausgangstransformators AT 2004 der Valvo GmbH. Primärinduktivität ($S1 + S2 + S3 + S4 + S5$) = 500 mH; U_a = 16 kV bei $I_a = 0$; $R_i = 8{,}3\ M\Omega$

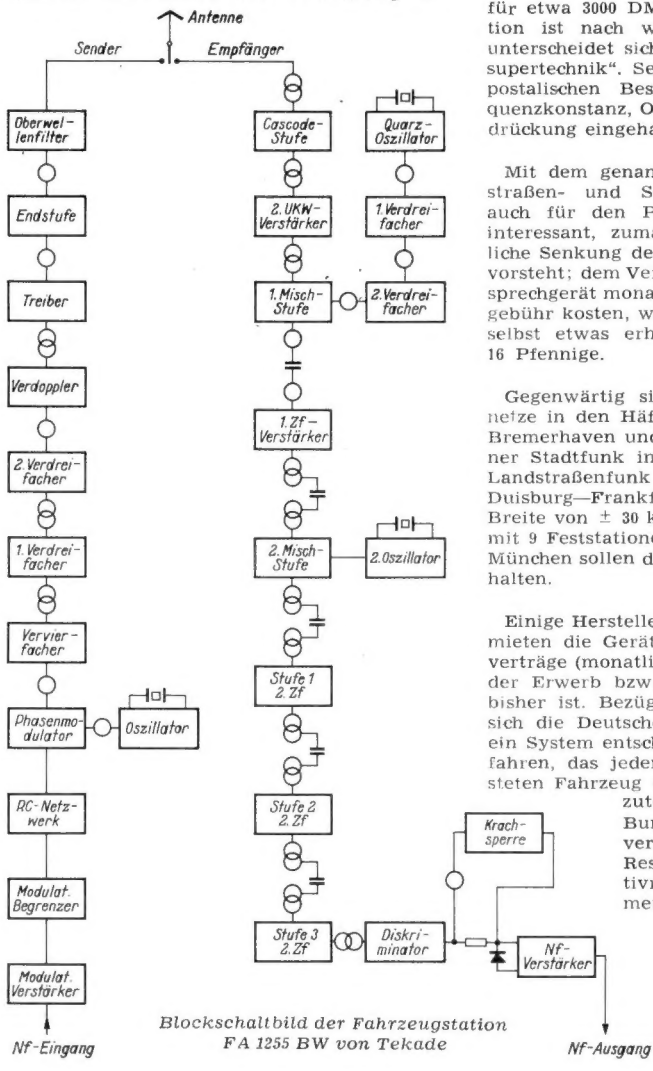
Billigere Funksprechgeräte

Die einschlägige Industrie hat endlich den lange erwarteten Schritt zur Verbilligung der Fahrzeug-Funksprechanlagen gewagt. Während eine Fahrzeuganlage mit 10 Watt Senderleistung und Zubehör bisher 5000 DM kostete, wurden in Hannover erstmalig Einkanal-Geräte mit gleicher Ausgangsleistung für etwa 3000 DM angeboten! Die Konstruktion ist nach wie vor „kommerziell" und unterscheidet sich wesentlich von der „Autosupertechnik". Selbstverständlich wurden die postalischen Bestimmungen bezüglich Frequenzkonstanz, Ober- und Nebenwellenunterdrückung eingehalten.

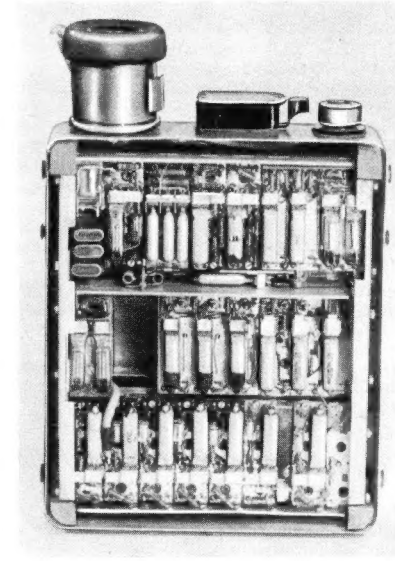
Mit dem genannten Preis wird der Landstraßen- und Stadtfunksprechverkehr nun auch für den Privat- oder Geschäftsmann interessant, zumal anscheinend eine erhebliche Senkung der postalischen Gebühren bevorsteht; dem Vernehmen nach soll das Funksprechgerät monatlich nur noch 12 DM Grundgebühr kosten, während die Gesprächsgebühr selbst etwas erhöht wird: pro Minute auf 16 Pfennige.

Gegenwärtig sind öffentliche Funksprechnetze in den Häfen Kiel, Hamburg, Bremen, Bremerhaven und Duisburg eingerichtet, ferner Stadtfunk in Berlin und Hannover und Landstraßenfunk entlang der Strecke Hamm—Duisburg—Frankfurt/M.—Karlsruhe in einer Breite von ± 30 km beiderseits der Autobahn mit 9 Feststationen. Die Städte Bielefeld und München sollen demnächst Stadtfunknetze erhalten.

Einige Hersteller von Fahrzeuganlagen vermieten die Geräte oder schließen Wartungsverträge (monatlich 20 DM Gebühr) ab, so daß der Erwerb bzw. der Unterhalt leichter als bisher ist. Bezüglich des Selektivrufes wird sich die Deutsche Bundespost in Kürze für ein System entscheiden. Das Ziel ist ein Verfahren, das jedem mit Funksprech ausgerüsteten Fahrzeug eine separate Anrufnummer zuteilt, die für das gesamte Bundesgebiet gültig ist. Man verlangt — mit der nötigen Reserve für später — ein Selektivrufverfahren mit 100 000 Nummern. Wie Dr. Hanspeter Mailandt (Telefunken) anläßlich eines Vortrages in Hannover ausführte, bedient sich der Hafenfunk Hamburg des Verfahrens „10 über 2" = zehn Frequenzen im Bereich 200...800 Hz stehen für das Selektiv-Rufsignal zur Verfügung, wovon zwei gleichzeitig in verschiedener Kombination benutzt werden. Das reicht für 45 Teilnehmer. Vor dem Abschluß stehen die Entwicklungsarbeiten am Verfahren „32 über 4" = 32 Frequenzen im Bereich 200...800 Hz, davon vier in Kombination gleichzeitig. Damit können schon 40 000 Nummern festgelegt werden. Technisch möglich ist „40 über 4" = 100 000 verschiedene Kombinationen; diese Entwicklung dürfte im nächsten Jahr fertig sein; sie beruht auf der Benutzung von Resonanzrelais höchster Abstimmgenauigkeit.



Blockschaltbild der Fahrzeugstation FA 1255 BW von Tekade



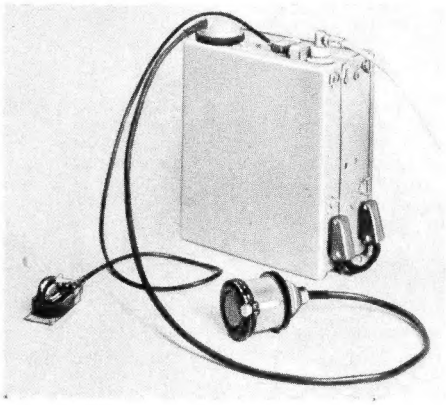
Das neue Telefunken-Kleinfunksprechgerät „Teleport IV" ist ganz in Subminiaturtechnik ausgeführt. Nicht nur die Röhren, sondern auch alle Bauteile haben entsprechende Größen

Elektro-Spezial GmbH zeigte in Hannover das Autobahnfunksprechgerät Mobilofon 296, bestehend aus dem kombinierten Sende/Empfangsgerät, Batterie-Stromversorgungsteil und Fernbedienungsgerät für Einbau in das Armaturenbrett des Kraftwagens. Die komplette Anlage kann für Sondereinsätze als „nicht fahrzeuggebundene" Station in einen Rohrrahmen eingebaut werden und ist dann leicht von Wagen zu Wagen austauschbar.

Himmelwerk AG bietet ein komplettes Bauprogramm von Funksprechgeräten. Die Modelle FuG 200 (Wechselsprechen im 4- und 7-m-Band) und FuG 250 in den Ausführungen W = Wechselsprechen, G = Gegensprechen und WG = Wechsel- und Gegensprechen) sind 5- bzw. 10-W-Anlagen für Fahrzeugbetrieb (mit Staubkappe für trokkene Unterbringung bzw. wetter- und wasserdichter Ausführung für Lokomotiven, Schiffe usw.). Für Feststationen kann eine 100-W-Hf-Endstufe geliefert werden. Die Typenreihe FuG 500 umfaßt tragbare Geräte mit 5 oder 7 schaltbaren Kanälen (100 kHz Kanalabstand), ausgelegt für das 7-m-, 4-m- oder 2-m-Band, u. a. als Motorradstation.

Lorenz befaßt sich besonders mit Geräten für den EVU-Betriebsfunk (EVU = Elektrizitätsversorgungsunternehmen), die eine ständige Funksprechverbindung zwischen den Fahrzeugen der Störtrupps und der Betriebszentrale sicherstellen. Die Fahrzeugfunkgeräte mit Selektivruf SEM 7-80 GS (4-m-Band) oder SEM 7-160 GS (2-m-Band) sind sehr raumsparend aufgebaut und daher in jedem Fahrzeug leicht unterzubringen; für Betriebsbereitschaft (Empfang) liegt der Stromverbrauch bei nur 4,5 Amp. an der 12-V-Batterie. Der selektive Anruf wird von der Fahrzeugstation als Schnarrton wiedergegeben und außerdem optisch angezeigt. Für Benachrichtigung der etwa außerhalb des Fahrzeuges arbeitenden Mannschaft kann der Anruf auf die Wagenhupe geleitet werden. Eine Nachtschaltung NS 7/2 macht den Anruf auch in einem benachbarten Raum hörbar, etwa wenn der Truppführer Bereitschaftsdienst hat und das Fahrzeug in der Garage steht.

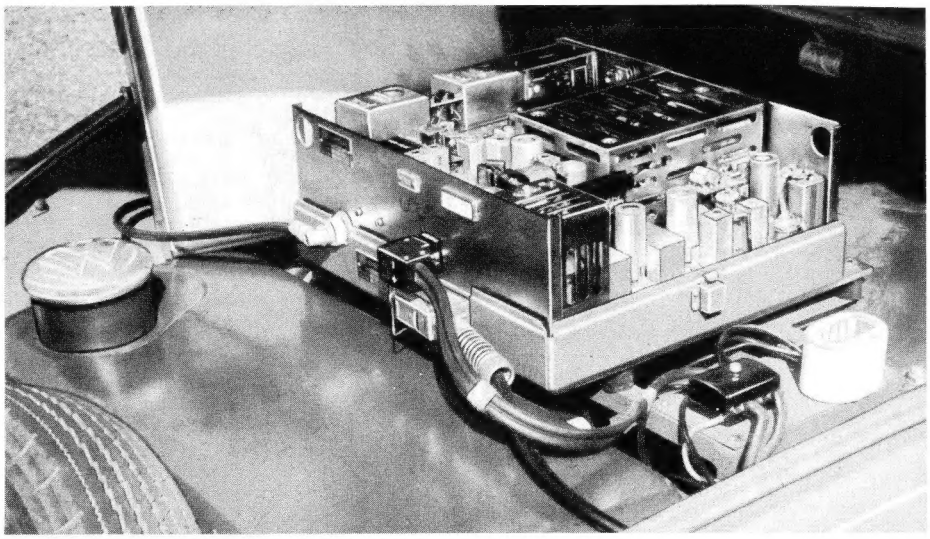
Für die Leitstellen sind 15- und 80-W-Stationen entwickelt worden, wobei die Geräte selbst an strahlungsmäßig günstigen Stellen placiert werden, während die Modulation über das Kommandoübertragungssystem zugeführt wird. Überleitungseinrichtungen und Vermittungsstellen ermöglichen den Anschluß der Funksprechlinien an die Drahtnachrichtennetze.



Telefunken-Teleport IV mit Mikrofon/Lautsprecher; links Kanalwahlschalter für getrennte Montage

Tekade: Der Aufbau der neuen Funksprechanlage FA 1255 BW geht aus dem Blockschaltbild hervor; der Empfänger ist mit Cascodeeingang und Doppelüberlagerung geschaltet. Die Feststation trägt die Bezeichnung FA 1255 FW und ist für Netzbetrieb ausgelegt.

Telefunken fand vor allem mit seinem neuen, billigen Fahrzeug-Einkanal-Funksprechgerät für rd. 3000 DM große Beachtung. Daneben wurden Weiterentwicklungen der tragbaren Geräte vorgeführt. Das Teleport IV in Subminiaturtechnik wiegt einschließlich Stromversorgung nur noch 6,4 kg und ist komplett 30 × 21 × 12 cm groß, wobei Sender/Empfänger und Stromversorgung zwei getrennte Einheiten bilden, die zusammengefügt die soeben erwähnte Abmessung und das genannte Gewicht haben. Das Gerät, ein Wunderwerk der Kleinbautechnik mit Subminiatur-Batterieröhren (Sender: 3 × 1 AD 4, 5 × CK 5678, 1 × CK 5672, 2 × CK 6379), Empfängerempfindlichkeit von 1 µV (bezogen auf 15 kHz Hub und 20 dB Störabstand) und Selektion von 100 dB bei 100 kHz Kanalabstand kann in 1...6-Kanalausführung für je zwei Frequenzbänder im 4-m- und 2-m-Bereich geliefert werden. Ein neues Sprechgeschirr wird auf der oberen Schmalseite des Empfängers montiert, das Mikrofon dient zugleich als Lautsprecher. Als Antennen für Sender und Empfänger gemeinsam arbeitet ein λ/4-Stahlbandstrahler, während für Spezialzwecke eine „Hosenbeinantenne" — unter der Kleidung zu tragen — entwickelt wurde. Mit Hilfe eines Netzgerätes kann das Teleport IV am Wechselstromnetz betrieben werden. Ein besonderes Gerät puffert den 2/4-V-Sammler aus einer 6-, 12-, oder 24-V-Batterie.



Blick in die Lorenz-Fahrzeugstation für den EVU-Betriebsfunk

Das neue Telefunken „FuG 7a" ermöglicht im 80-MHz-Bereich Wechselsprechverkehr auf 100 Kanälen, die durch zwei exakt reproduzierende Variometer eingestellt werden. Gegensprechen ist auf bis zu 50 Frequenzpaaren möglich. Mit einem Fernschreib-Tastgerät können Fernschreibverbindungen hergestellt werden. -r

Verstärker-Anlagen

Wer sich für beste Tonwiedergabe interessiert, kam in Hannover voll auf seine Kosten. An drei Ständen konnten wir mehrfach beobachten, daß nicht nur die „Schlachtenbummler" vor Staunen Augen und Ohren weit aufmachten, sondern auch alte erfahrene Ela-Fachleute. Philips führte die neue Hi-Fi-Anlage vor, deren Blockschaltung **Bild 1** zeigt. Bei Telefunken war eine Anlage zu hören, die aus den neuen Kassettenverstärkern, einem Ela-Endverstärker und dem Ionophon-Lautsprecher mit Tieftonzusatz bestand, und Siemens-Klangfilm ließ die mächtigen Kinolautsprecher in Verbindung mit den zugehörigen Verstärkern ertönen.

Überall ließen sich Höhen und Tiefen getrennt regeln, denn auch die Übertragungstechnik fordert heute den gleichen Bedienungskomfort, wie man ihn vom Rundfunkgerät gewöhnt ist. Allerdings sind bei Ela-Geräten die beiden Klangregler nicht im Gegenkopplungskanal angeordnet, sondern als frequenzabhängige Spannungsteiler ausgelegt, die in Längsrichtung im Übertragungsweg liegen. Die Schaltung entspricht im Prinzip dem Netzwerk, das in FUNKSCHAU 1954, Seite 11, Bild 1, unten, abgebildet ist. Es hat sich sehr bewährt und wird in zahlreichen Industrie-Verstärkern angewandt.

Eine andere Schaltung hat sich ebenfalls durchgesetzt, sie wird in vielen Komplettverstärkern im Mischeingang benutzt: Damit die Anzahl der Mischregler nicht zu hoch wird, sieht man zwei Mikrofoneingänge vor und führt einen dritten hochpegeligen Regler über einen Eingangsumschalter U für drei weitere Kanäle. An diese „Musikeingänge" lassen sich z. B. Tonbandgerät, Rundfunkvorsatz und Tonabnehmer anschließen (**Bild 4**), die man je nach Bedarf auf den dritten Regler durchschalten kann. Das Beschränken auf drei Regler und einen Umschalter reicht für die Praxis völlig aus und erlaubt eine billigere Herstellung. Erfahrungsgemäß werden weitere Mischregler nur in größeren Anlagen benötigt, dort aber unter Umständen in so verschiedener Zusammenstellung, daß man andere konstruktive Wege gehen muß, um allen Ansprüchen gerecht zu werden.

Telefunken hat dieses Problem sehr elegant gelöst. Die neuen Kassettenverstärker der 100er-Serie sind 202×94×300 mm groß und an der Schmalseite mit den zugehörigen Reglern versehen. Je fünf lassen sich nebeneinander in einem Gestellfeld unterbringen, und da die Mischregler gleich eingebaut sind, erhält man auf diese Weise ein vollständiges Mischpult einschließlich der zugehörigen Vorverstärker. Es gibt Einheiten mit einem Regler für Mikrofonanschluß, solche mit zwei Reglern für Mikrofon und Tonabnehmer sowie Summenverstärker mit den eingangs erwähnten Entzerr- und Summenreglern. Ein

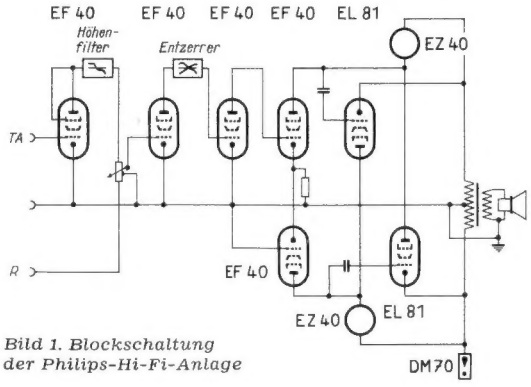


Bild 1. Blockschaltung der Philips-Hi-Fi-Anlage

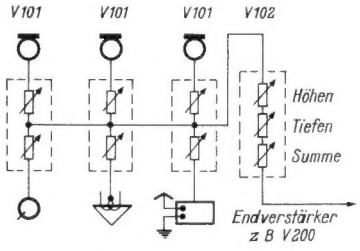


Bild 2. Blockschaltung eines vollständigen Regiefeldes mit Telefunken-Kassettenverstärkern

Bild 3. Deton-Schnell- und Gegensprechstelle

nach **Bild 2** zusammengeschaltetes Feld (vier Einheiten) nimmt noch nicht einmal die ganze Gestellbreite ein, aber es enthält Mischmöglichkeiten für sechs Spannungsquellen, Summen-, Höhen und Tiefenregler, und es liefert rund 1 Volt Steuerspannung für die nachgeschalteten Endverstärker, von denen man praktisch beliebig viele eingangsseitig parallelschalten kann. Mit den lieferbaren Bausteinen (Kassettenverstärker, Leistungsverstärker) lassen sich praktisch Anlagen jeder Größe aufbauen.

Auch beim Tonfilm bewähren sich Kassettenverstärker. Siemens-Klangfilm liefert solche Einheiten für folgende Spannungsquellen: Fotozelle, Mikrofon, Magnetton, Tonabnehmer, Schleusenverstärker (elektronische Einblendung des Effektkanals bei Stereofoniefilm).

Viel Interessantes war auf dem Gebiet der Rufanlagen zu sehen. **Bild 3** zeigt die Deton-Schnell- und Gegensprechanlage der Dethloff-Elektronik, Hamburg, die für den Bürobetrieb bestimmt ist. Die Teilnehmer können sich völlig frei im Raum bewegen. Die Wiedergabe ist so lautstark, daß normale Umgangssprache auch in geräuscherfüllten Räumen noch aus rund 6 m Entfernung einwandfrei verständlich ist. Die Gespräche, bei denen jeder Partner gleichzeitig sprechen und hören kann, erfolgen völlig rückkopplungsfrei; sie laufen über einen Duplexverstärker in Brückenschaltung. Solche Anlagen lassen sich auf beliebig viele Teilnehmer ausdehnen, das gilt z. B. auch für das Uniphon der Firma CMP Electronicbau, Brühl / Köln, das auch die Übertragung von Amtsgesprächen auf den eigenen Lautsprecher oder auf den einer Gegenstelle ermöglicht. Ferner lassen sich mit dieser Anlage Konferenzgespräche zwischen mehreren Teilnehmern gleichzeitig führen. Besonders angenehm fiel beim Uniphon auf, daß auch bei stärkstem Störschall (Türenschlagen, Maschinengeräusch, Schreien in das eigene Mikrofon) nie die Sprache der Gegenstelle „zugeregelt" werden kann.

Bei den Multivox-Anlagen der Petersen-KG, Aachen, wird zwischen Chefanlagen und Anlagen mit gleichberechtigten Stationen unterschieden. Bei der ersten Art hat die Hauptstation Vorrang und das Gesprächsgeheimnis bleibt gewahrt. Durch gleichzeitiges Drücken mehrerer Tasten können Durchsagen „an Alle" gemacht werden. Bei der zweiten Gattung hat jede Station die Funktion einer Hauptstelle, jeder Teilnehmer kann jeden anderen erreichen und Konferenzschaltung ist möglich.

Als weitere Annehmlichkeit für den modernen Bürobetrieb sind die sogenannten „Telefonverstärker" zu nennen, wie sie die Büromaschinen-Import u. Vertriebs-GmbH, Hannover und Telenova, A. Köhler, Mannheim, vertreiben. Im Prinzip handelt es sich um normale Nf-Verstärker mit eingebautem Lautsprecher. Sie werden an den Hörer-anschluß des Posttelefons angeschlossen, so daß die ankommende Sprache aus dem Lautsprecher ertönt. Durch einen Umschalter läßt sich aber der Verstärker auch zwischen Postapparat und Telefonhörer einfügen, um in lärmerfüllten Räumen die ankommende Sprache im Hörer beträchtlich zu verstärken.

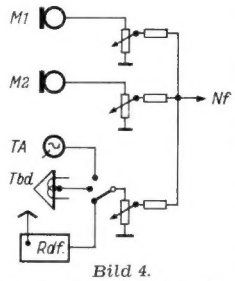


Bild 4. Dreiteiliges Mischfeld mit „Musikeingang"

Von den Hörgeräten ist zu berichten, daß diese jetzt auch bei Willco, Hamburg 1 und Maico voll transistorbestückt zu haben sind. Viel Beachtung fand das in eine Brille eingebaute Hörgerät Akumed der Gesellschaft für akustisch-medizinische Apparate mbH, Berlin W 30, das mit Subminiaturröhren ausgerüstet ist und über das wir noch getrennt berichten werden.

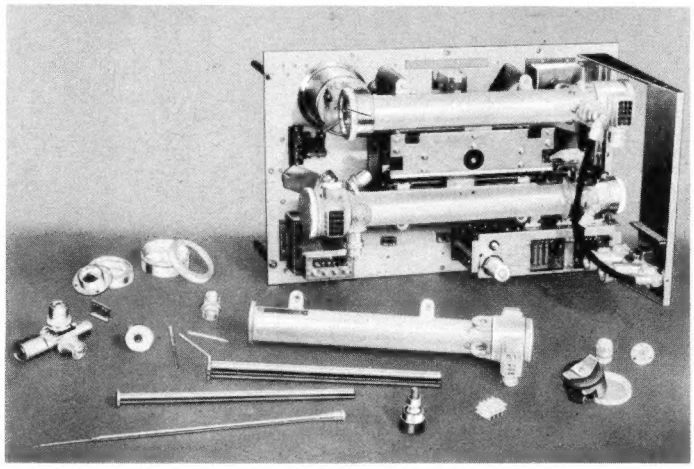
Vielseitige Meßtechnik

Meßgeräte für das Tonfrequenzgebiet

Im Zeichen der UKW-Qualität sind Meßgeräte für die Ermittlung linearer und nichtlinearer Verzerrungen sehr wichtig. Hierzu zählen die Tonfrequenz-Analysatoren, deren Grundprinzip wir in der Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU 1955, Heft 3, kennen lernten. Hochwertige Ausführungen solcher Tonfrequenz-Analysatoren zeigten in Hannover beispielsweise die Firmen Rohde & Schwarz sowie Wandel u. Goltermann.

Bei dem Tonfrequenzanalysator Typ FNA von Rohde & Schwarz liegt die Eigenverzerrung äußerst niedrig, so daß auch Messungen an sehr klirrarmen Übertragungssystemen oder hochwertigen Bauelementen vorgenommen werden können. Das Gerät löst Wechselspannungen beliebiger Kurvenform auf, man kann damit also auch Impulsspannungen untersuchen. Durch Oberwellenanalyse und Modulationstonmessung können Klirrfaktoren, Differenztonfaktoren und Modulationsprodukte ermittelt werden. Die Meßwerte werden automatisch durch eine Registriereinrichtung mit linearem Frequenzmaßstab aufgezeichnet. Die Spannungsanzeige läßt sich von linearer auf logarithmische Registrierung umschalten und erfaßt im zweiten Fall einen Bereich von 80 dB.

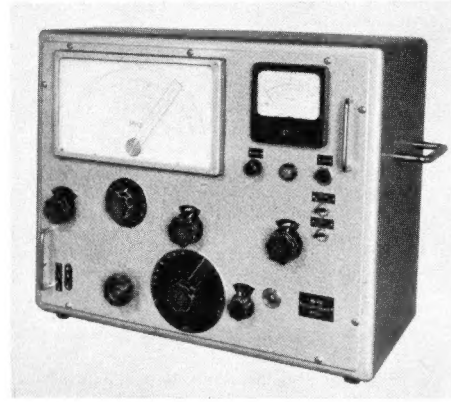
Der Meßbereich des Klirranalysators KLA-46 von Wandel u. Goltermann reicht bis 50 kHz. Er arbeitet mit hochliegender Zwischenfrequenz. Die zu messende Spannung wird in einem Gegentaktmodulator mit einer veränderlichen Oszillatorspannung gemischt. Die entstehende Differenzfrequenz von 100 kHz wird mit einem Quarzfilter herausgesiebt, verstärkt und mit einer quarzgesteuerten Frequenz von 98 kHz nochmals überlagert. Die neue zweite Zwischenfrequenz von 2 kHz wird wiederum ausgesiebt, verstärkt und zur Anzeige gebracht. Mit dem Gerät läßt sich ein Oberwellengehalt von nur 0,03% noch sicher messen.



Innenansicht eines noch nicht fertig montierten Siemens-Meßsenders 3 W 58 mit rohrförmigen koaxialen Abstimmkreisen

Für Reihenmessungen in Prüffeldern, zur Überwachung von Studio-Anlagen usw. dient der Betriebsklirrfaktormesser von Wandel u. Goltermann. Mit ihm lassen sich die nichtlinearen Verzerrungen eines Meßobjektes bei sechs Festfrequenzen (40 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz und 15 kHz) schnell und genau messen und direkt an einem Meßinstrument ablesen. Dabei wird zunächst der Wert der Gesamtspannung gemessen und dann mit der Oberwellenspannung verglichen, die die einzelnen umschaltbaren Filter aus der zu untersuchenden Spannung heraussieben. Der Meßbereich reicht von 0,1 bis 30 %, die erforderliche Eingangsspannung ist sehr gering und beträgt im ungünstigsten Fall 30 mV.

Für Messungen im Ultraschallgebiet und an Tonbandgeräten führt Grundig ein neues Tonfrequenz-Röhrenvoltmeter RV 54, dessen Meßbereich bis 200 kHz reicht, um auch die Spannungen des Hf-Oszillators in Magnettongeräten messen zu können. Das Gerät besitzt einen Gesamtmeßbereich von 50 µV bis 300 V, der Eingangswiderstand beträgt 1,2 MΩ parallel zu 30 pF. Das Voltmeter ist unempfindlich gegen Netzspannungsschwankungen und kann stark überlastet werden, ohne Schaden zu leiden.



Ein Meßsender für Labor und Prüffeld von der Firma Neuwirth

Meßgeräte für Rundfunk- und Fernsehfrequenzen

Auf dem Gebiet der Meßsender für Labor und Prüffeld hat sich die Fa. Neuwirth, Hannover, einen guten Ruf erworben. Die Sender sind sehr gut abgeschirmt und vollkommen dicht und die Ausgangsspannung läßt sich weit herunterteilen. Als Standardmeßsender für eine Laborausrüstung sei hier der Universal-Prüfgenerator EP 204 für LW, MW, KW, UKW und Fernsehen kurz beschrieben. Die für die Aufnahme von Zf-Durchlaßkurven wichtigen Gebiete von 400 bis 540 kHz, 9,6 bis 12 MHz, 20 bis 29 MHz und 29 bis 40 MHz sind dabei über die gesamte Skalenbreite auseinandergezogen. AM-Modulationsgrad und FM-Modulationshub sind regelbar. Zur Modulation von 50 bis 10 000 Hz dient ein eingebauter Schwebungssummer, der auch getrennt zu verwenden ist. Ausgangsspannung: 0,5 µV bis 30 mV an 60 Ω.

Bei den hohen Empfindlichkeiten der FM- und Fernsehempfänger ist die Messung der Rauschzahl einfacher und sinnfälliger als jedes andere Meßverfahren. Grundig liefert hierzu den serienmäßigen Rauschgenerator Typ 370a. Zur Rauscherzeugung dient die Spezialdiode 5722. Ihr Anodengleichstrom ist einstellbar, wird am eingebauten Instrument abgelesen und ergibt unmittelbar den Rauschstrom in Milliampere. Die Umrechnung erfolgt für 60-Ω-Anpassung nach der einfachen Formel

$$n = 1{,}2 \cdot I\,(\mathrm{mA})\; kT_0$$

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß Grundig nicht nur diesen Rauschgenerator, sondern vollständige Prüffeldmeßeinrichtungen vom Empfänger-Adapter bis zur Zentralsenderanlage für Empfängerfabriken baut und liefert (s. Bild auf Seite 222).

Ein sehr sauber ausgeführter Prüfmittelsatz in neuartiger Form war am Stand von Ontra zu finden. Oszillatoren mit Batterieröhren, Schwingungskreise, Absorptionsfrequenzmesser, Signalverfolger, Kondensatormikrofon zur direkten Frequenzmodulation, Spannungsteiler u. a. sind in kurzen Metallrohrstücken untergebracht. Durch Zusammenstecken dieser Tuben entstehen dann Prüfgeneratoren, Wellenmesser usw.

Ein aktiver und passiver Frequenzmesser höchster Genauigkeit ist der quarzgesteuerte Präzisions-Frequenzmesser FM 312/1 von Telefunken. Er besteht aus einem Normalfrequenz-Generator, einem Quarzdiskriminator und einem Empfänger für die Normalfrequenz des Senders Droitwich (200 kHz $\pm 5 \cdot 10^{-8}$), ferner aus einem Frequenzkontrollgerät mit dekadischer Frequenzeinstellung und dem Meßoszillator sowie Vervielfacher- und Mischstufen für die Frequenzmessung.

Der Meßoszillator erzeugt eine innerhalb seines Meßbereiches beliebig wählbare Frequenz, die in einer Folge von Mischstufen dekadisch abgebaut wird. Die Überlagererfrequenzen der einzelnen Dekaden sind dabei vom 100-kHz-Quarzgenerator abgeleitete, durch Rasteinstellungen wählbare Oberwellen von 10^6, 10^5, 10^4, 10^3 und 10^2 Hz. Die letzte Überlagererfrequenz ist stetig von 0...100 Hz variabel. Sobald die Meßoszillatorfrequenz grob der an den Dekaden angezeigten Frequenz entspricht, erzwingt die Automatik eine genaue Übereinstimmung. Danach kann mit den letzten Dekaden fein abgestimmt und der Wert abgelesen werden. — Meßbereich: 1 kHz bis 300 MHz; Meßgenauigkeit $1 \cdot 10^{-7} \pm 0{,}2$ Hz bis $n \cdot 2$ Hz. Das Gerät kann auch als Steuersender für kommerzielle Funkstationen dienen und hat gegenüber starr quarzgesteuerten Oszillatoren den Vorzug, daß sich jede beliebige Frequenz, aber mit Quarzgenauigkeit, einstellen läßt.

Auch für die Messung von Hf-Spannungen sind Röhrenvoltmeter ein wichtiges Hilfsmittel. Eine sehr preiswerte Ausführung liefert Bellophon mit dem Typ Rvm 61. Es arbeitet mit einem Germaniumdioden-Tastkopf und besitzt vier Meßbereiche 150 mV...2 V...5 V...10 V. Die kleinste ablesbare Spannung beträgt 20 mV. Frequenzbereich 5 kHz...300 MHz. Das empfindliche Anzeigeinstrument wird außerdem für direkte Gleichspannungsmessungen bis 500 V verwendet.

Das UHf-Millivoltmeter Typ URV v. Rohde & Schwarz arbeitet gleichfalls mit einer Kristalldiode im Meßkopf. Der Gleichspannungsverstärker ist besonders konstant, Anoden- und Heizspannung sind elektronisch stabilisiert. Während der Meßbereich zwischen 20 mV und 10V Vollausschlag am Eingangsteiler des Anzeigeverstärkers eingestellt wird, können Spannungen bis 500 V durch kapazitive Vorsteckteiler gemessen werden. Der Frequenzbereich reicht normal bis 300 MHz. Mit einem Durchgangskopf für Dezi-Meßplätze können sogar Frequenzen bis zu 2400 MHz gemessen werden.

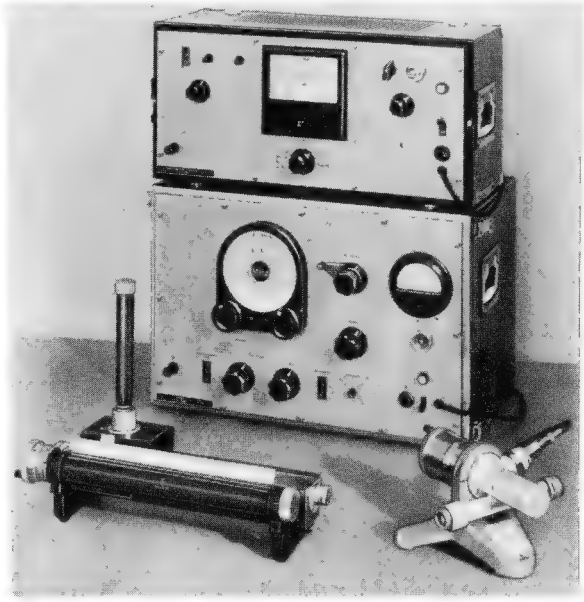
Auch Philips stellt unter der Bezeichnung „Elektronisches Universal-Meßinstrument GM 6008" ein neues Röhrenvoltmeter her. Es besitzt insgesamt 50 Bereiche für die Messung von Gleich- und Wechselspannungen, Gleich- und Wechselströmen, Widerständen und Kapazitäten. Mit einem getrennten Dioden-Meßkopf mit der Röhre EA 50 können Spannungen bei Frequenzen bis über 100 MHz bei geringer Eingangskapazität auf 30 kV erweitert werden.

Zwei sehr gut durchdachte Antennenprüfgeräte waren am Stand von Siemens zu finden. Das Modell SAM 316 W dient zur Überprüfung von Antennenanlagen — insbesondere von Gemeinschaftsantennen — im LW-, MW-, KW- und UKW-Bereich. Das Gerät ist unter Verwendung eines Empfängerchassis aufgebaut. Zur aperiodischen Messung ist zusätzlich ein zweistufiger Breitbandverstärker vorgesehen. Die gemessenen Antennenspannungen werden an einem Instrument angezeigt, das vom Demodulator gespeist wird. Außerdem ist mit dem eingebauten Lautsprecher eine Abhörkontrolle möglich.

Das Fernsehantennen-Prüfgerät SAM 317 W hat den Vorteil, daß nicht nur die Antennenspannung gemessen, sondern mit einer eingebauten Oszillografenröhre auch die Bildqualität überprüft werden kann. Zur genauen Abstimmung wird die Spannung am Ratiodetektor gemessen. Bei richtiger Einstellung liegt der Tonträger in der Ton-Zf-Falle und ergibt ein starkes Spannungsminimum — ein Verfahren, das man sich auch für die genaue Abstimmung von Fernsehempfängern selbst merken sollte. Als Maßstab für die Antennenspannung dient der Anodenstrom der geregelten Röhre.

Die bisherigen Störsuchgeräte reichten meist nur bis etwa 30 MHz. Ein UKW-Störsuchgerät U ST SG 53 von W. Quante (Wuppertal-Elberfeld) ist deshalb für den Bereich von 85 bis 110 MHz gebaut, um hochfrequente Störer im UKW-Rundfunkband zu ermitteln, deren Ausstrahlungen die Funkdienste und den Rundfunk- und Fernsehempfang beeinträchtigen. Der lederbezogene Meßkoffer arbeitet mit Batterien, so daß der Störherd mit Hilfe eines Dipols angepeilt und aufgespürt werden kann.

Der seit einigen Jahren bekannte kleine Philips-Oszillograf wurde in einer neuen Ausführung GM 5655/02 gezeigt. Das Gerät besitzt zwei Meßverstärker für 3 Hz bis 150 kHz und ist damit nicht nur für die allgemeine Nf-Technik, sondern auch für verschiedene Aufgaben des Fernsehservice geeignet. Ferner lassen sich Fehler im Rundfunkbereich mit einem besonderen Meßkopf durch Signalverfolgung aufspüren und Hf- und Zf-Verstärker mit Hilfe des Frequenzwobblers GM 2886 und eines Hf-Generators abgleichen. Wegen der kleinen Abmessungen und des geringen Gewichtes kann das Gerät in einer Aktentasche mitgeführt werden. — Über einige andere Philips-Oszillografen berichteten wir bereits in der FUNKSCHAU 1955, Heft 8, Seite 163.

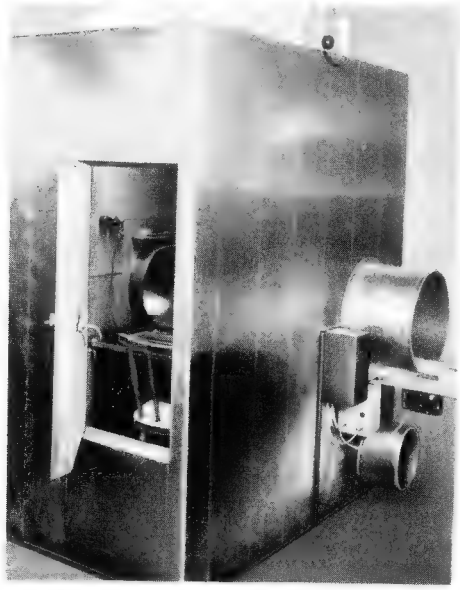


Dämpfungsmeßplatz für 300 ... 1000 Hz mit dem Siemens-Meßsender 3 W 58

Ontra-Mikro-Prüfsender mit Frequenzmodulation durch ein aufgestecktes Kondensator-Mikrofon

Telefunken-Zentimeterwellen-Meßplatz mit Ringmeßleitung (links), Überlagerungsempfänger (Mitte) und Sichtgerät

Der handliche Philips-Kleinoszillograf Typ GM 5655/02 mit zwei Meßverstärkern



Abschirmkäfig MGL 4100 von Grundig. Die Öffnungen zum Einsteigen, zum Durchschieben der Geräte und zur Belüftung sind vollkommen störsicher

Höchstfrequenz-Meßgeräte

Die Höchstfrequenztechnik, z. B. an Richtfunk- und Fernsehstrecken, erfordert auch eine eigene neuartige Meßtechnik. Ihre Hauptkennzeichen sind Klystron-Generatoren, Topfkreise und Hohlrohrleiter. Über den überraschenden Start von Grundig mit Höchstfrequenz-Meßgeräten berichteten wir bereits in der Ingenieurbeilage der FUNKSCHAU Nr. 10. Weiter fertigt die Firma Haeberlein, München, neben normalen Röhrenvoltmetern und ähnlichen Meßeinrichtungen auch Höchstfrequenz-Meßeinrichtunegn, darunter eine rotierende Meßleitung zur Bestimmung von Impedanzen und Welligkeiten mit Hilfe eines Oszillografen.

Pintsch-Electro GmbH, Konstanz, stellte Meßgeräte für Meter-, Dezimeter- und Zentimetermeßplätze mit Umlaufmeßleitung aus. Sie sind für Laboratorien und zur Überwachung von Richtfunk-, Fernseh- und Funkmeßgeräten bestimmt. Bei Anpassungsmessungen, z. B. bei Entwicklungsarbeiten an Antennen, ist besonders vorteilhaft, daß man mit einer rotierenden Meßleitung ständig die Welligkeit des Meßobjektes vor Augen hat und sofort sieht, in welcher Weise man den Spannungsverlauf ändert. Zur Erzeugung der Meßfrequenzen wurden hochkonstante Meßsender entwickelt. Ein in jeden Meßsender eingebauter Spannungsteiler erlaubt die kontinuierliche Einstellung definierter Ausgangsspannungen.

Die Frequenzmessungen in diesen Gebieten werden dadurch vereinfacht, daß es der Firma Schomandl KG, München, gelungen ist, das von ihr zu einem hohen Stand entwickelte Verfahren der dekadischen Frequenzmesser bis auf Dezimeterwellen auszudehnen. Der neue Frequenzmesser FD 3 hat einen Grundfrequenzbereich von 300...2000 MHz. In diesem Bereich kann jede beliebige Frequenz mit voller Genauigkeit eines im Thermostaten untergebrachten Vakuumquarzes eingestellt werden. Bis 10 000 MHz (3 cm) ist das Gerät mit Harmonischen der Grundfrequenz als passiver und aktiver Frequenzmesser zu verwenden.

Auch bei Siemens entstand ein vollständiges Meßgeräte-Programm für Dezimeter- und Zentimeterwellen. Für den Bereich von 300...1000 MHz steht der Meßsender 3 W 58 zur Verfügung. Er zeichnet sich durch hohe Frequenzkonstanz (10^{5}), reproduzierbare Frequenzabstimmung und hohe Rückwirkungsfreiheit infolge des zweistufigen Aufbaues (Oszillator- und Trennstufe) aus. Selbst bei starker Laständerung ändert sich die Frequenz nur unwesentlich. Der Sender ist gut geschirmt und läßt sich in Verbindung mit einer abstimmbaren Eichleitung oder einem kapazitiven Spannungsteiler auch als Empfängermeßsender verwenden. Die Hf-Spannung kann wahlweise unmoduliert, eigenmoduliert oder fremdmoduliert abgegeben werden. — Für Präzisionsmessungen an Richtfunkanlagen wurde für den Frequenzbereich 2400...2700 MHz ein Frequenzmesser mit einem abstimmbaren Topfkreis aus Invar-Stahl geschaffen. Für den Bereich von 950...5000 MHz wurde ein Überlagerungs-Frequenzmesser entwickelt, bei dem die zu messende Frequenz durch Vergleich mit den genau bekannten Oberschwingungen eines quarzgesteuerten Senders von hoher Konstanz bestimmt werden kann.

Außer weiteren Meßsendern und Frequenzmessern stehen Geräte für Widerstandmessungen, sowie Spannungsmesser für Höchstfrequenzen zur Verfügung. Ferner gehören zu den Meßplätzen verschiedene Einzelgeräte, wie Abschlußwiderstände, Kurzschlußleitungen, Dämpfungsglieder und Verbindungsstücke.

Telefunken stellte einen Zentimeterwellen-Meßplatz in Hohlleitertechnik für das Band von 8500...10 000 MHz (3,0...3,5 cm) aus. Als Sender dient ein Klystron-Oszillator mit einem Reflex-Klystron 2 K 25. Die Stromversorgung erfolgt über ein hochkonstantes Netzgerät. Es gestattet die Feineinstellung der Heizspannung entsprechend dem Stromverbrauch des verwendeten Klystrons. Zum Aufsuchen der Schwingbereiche und zur Frequenzeinstellung ist die Reflektor-Spannung über eine Grob- und Feineinstellung regelbar. Als Meßleitung dient eine Ringmeßleitung mit einem etwa 75 mm langen gekrümmten Rechteckhohlleiter, einem eingebauten Asynchronmotor mit Zeitablenkgenerator, sowie einem Impulsgenerator für die Dunkelpunktmarke. Mit einem Überlagerungsempfänger und einem Oszillografen lassen sich damit komplexe Widerstände nach Betrag und Phase bestimmen und Welligkeitsmessungen durchführen.

Zu der Ausrüstung gehören weiterhin ein Hohlraum-Universal-Frequenzmesser für 3,0...3,5 cm, die üblichen Hohlleiter-Dämpfungsglieder, -Abschlußwiderstände, -Verbindungsstücke und ein Rauschgenerator für den Bereich von 2,4...3,6 cm zur Messung der Empfindlichkeit von Zentimeterwellenempfängern.

AKTUELLE FUNKSCHAU

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. Mai 1955

A) Rundfunkteilnehmer

Bundesrepublik	12 261 492	(+ 24 463)
Westberlin	767 890	(— 362)
zusammen	13 029 382	(+ 24 101)

B) Fernsehteilnehmer

Bundesrepublik	132 784	(+ 11 469)
Westberlin	6 003	(+ 544)
zusammen	138 787	(+ 12 013)

Schaub-Lorenz-Fernsehlehrgänge

Von dem Fernseh-Kundendienst des Werkes in Pforzheim werden regelmäßig Service-Vorträge und Fachkurse abgehalten, in denen Ingenieure von Schaub und von einer namhaften Antennen-Firma unterrichten. Für Juni sind wieder eine Anzahl Tageslehrgänge im südwestdeutschen Raum vorgesehen, im Pforzheimer Werk werden außerdem Abendlehrgänge abgehalten.

10 Jahre Laboratorium Wennebostel

Am 1. Juni 1945, kurz nach dem Zusammenbruch, gründete Dr. Sennheiser mit einigen getreuen Mitarbeitern eines ehemaligen Instituts der TH Hannover sein Unternehmen in dem kleinen Dorf Wennebostel am Rande der Lüneburger Heide. Inzwischen zu einem bedeutenden Betrieb der Ela-Technik mit 250 Mitarbeitern geworden, steht doch immer noch wissenschaftliche Forschungsarbeit im Mittelpunkt. Sie führte zu grundlegend neuen Konstruktionen auf dem Gebiet der Mikrofone, Kleinbauteile und Meßgeräte. Wir werden später noch Gelegenheit nehmen, ausführlicher auf den Werdegang des Unternehmens einzugehen.

Professor Dr. A. Esau gestorben

Prof. Esau, dessen Leben wir anläßlich seines 70. Geburtstages in der FUNKSCHAU schilderten[1]), ist am 12. Mai 1955 in Düsseldorf gestorben. 1884 geboren, war er von 1912 bis 1925 leitend in den Telefunken-Laboratorien tätig, um sich dann, in enger Verbindung mit der Praxis, der Hochschularbeit zu widmen. Rektor der Universität Jena, Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Berlin und Professor an der Technischen Hochschule Aachen sind die Stationen seines arbeits- und erfolgreichen Lebens. Sein ganz besonderes Interesse galt der UKW- und Zentimeterwellentechnik und dem Ultraschallgebiet. Die Funktechnik kann ihn stolz zu einem ihrer bedeutendsten Pioniere zählen.

Friedrich Wilhelm Müller

Am 21. Mai 1955 beging Direktor F. W. Müller, Prokurist der Deutschen Philips GmbH, seinen 50. Geburtstag. Er ist seit 1935 bei Philips tätig, gilt als Spezialist für Verstärker- und Tonfilmtechnik, und stellt sein reiches Wissen und seine vielseitigen Erfahrungen mehreren Fachnormenausschüssen zur Verfügung.

Fritz Römer 60 Jahre alt

Der Geschäftsführer der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI, Fritz Römer, vollendet am 4. Juni d. J. sein 60. Lebensjahr. Im Herbst 1946 übernahm er die Geschäftsführung des Fachverbandes der Rundfunk-Industrie in der britischen Zone. Nach Vereinigung der Zonen im Jahre 1949 schlossen sich auch die Industrieverbände der Zonen zusammen und zwar zur Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI, deren Geschäftsführung seitdem in den Händen von Fritz Römer liegt.

[1]) FUNKSCHAU 1954, Heft 12, Seite 236.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner und Fritz Kühne
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 1.— DM, der Ing.-Ausgabe 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17. — Fernruf: 5 16 25/26/27 und 5 19 43. — Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg-Bramfeld, Erbsenkamp 22a — Fernruf 63 79 64.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osy-Lei 40. — Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19-21. — Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. — Saar: Ludwig Schubert, Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Licht als Energiequelle für ein Transistor-Rundfunkgerät

Von Otto Faust

Die normale Raumbeleuchtung genügt, um diesen mit „Cellofon" bezeichneten Empfänger über Fotozellen mit Strom zu versorgen.

Transistoren bieten heute schon eine ganze Reihe von Vorteilen, die mit Elektronenröhren bisher nicht erreicht werden konnten. Berücksichtigt man die Nachteile der Transistoren in geeigneter Weise, so können aus den vorteilhaften Transistoreneigenschaften Möglichkeiten gefunden werden, in gewissen Fällen Elektronenröhren nutzbringend durch Transistoren zu ersetzen. Das ist besonders bei kleinen tragbaren Geräten der Fall, bei denen das Gewicht, die äußeren Abmessungen, der Batterieverschleiß und die Empfindlichkeit gegen Erschütterungen beträchtlich gesenkt werden können. Hier erschließen sich dem Transistor sogar weitere, neue Anwendungsgebiete. Eines dieser Gebiete stellt die Speisung aus Fotoelementen dar, und zwar wegen der Möglichkeit, einen Transistorverstärker mit niedrigen Spannungen bei kleiner Stromaufnahme zu betreiben[1]).

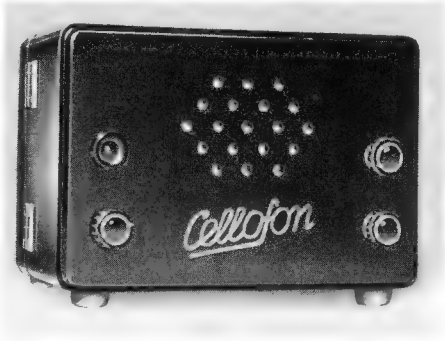


Bild 1. Das erste Modell des Cellofon, eingebaut in ein Isoliergehäuse mit den Abmessungen 120 × 180 × 60 mm

Unter „Fotoelementen" versteht man — im Gegensatz zu Fotozellen, die eine Hilfsspannung benötigen, — eine Anordnung, die auf Grund des fotoelektrischen Effektes bei Lichteinfall als Elektronenquelle wirkt, also rein äußerlich gesehen einem galvanischen Element ähnelt. **Bild 2** zeigt schematisch einen Schnitt durch ein solches Element. Auf einer metallischen Grundplatte G ist eine kristalline Schicht aus einem geeigneten Halbleiter H aufgebracht worden. Darüber befindet sich eine sehr dünne, zweite Schicht, die möglichst gut lichtdurchlässig und außerdem elektrisch gut leitend sein muß. Sie wird Deck-Elektrode D genannt und ist in der Nähe des Randes des Fotoelementes durch eine Auflage R zur Abnahme des Fotostromes mechanisch verstärkt worden. Das durch die Deck-Elektrode einfallende Licht wird an der Oberfläche von H absorbiert und damit der „fotoelektrische" Effekt ausgelöst: Treffen Lichtquanten auf Atome im Kristallgitter des Halbleiters H, so erhält eine Anzahl von Valenz-Elektronen einen zusätzlichen Energiebetrag übermittelt. Ist dieser Energiezuwachs groß genug, so werden diese Elektronen sogar die zwischen dem Halbleiter H und der Deck-Elektrode D befindliche Potentialschwelle überschreiten und den Rand R erreichen können, der also gegenüber der Grundplatte G negative Ladung annimmt (Sperrschicht-Lichtelement nach Falkenthal).

Trotz ausgefeilter Technik der Herstellung lichtempfindlicher Schichten ist die Quantenausbeute immer noch sehr gering, da ein erheblicher Teil der einfallenden Lichtenergie nur in Wärme umgewandelt wird und keine Elektronen frei macht. Die zwischen R und G entstehende EMK ist bei einer gegebenen Beleuchtungsstärke außer von der Materialkonstanten der lichtempfindlichen Schicht noch abhängig von der Lichtfrequenz. Bei veränderlichen Beleuchtungsstärken ist die EMK direkt proportional dem Logarithmus der Beleuchtungsstärke **(Bild 3)**. Unter Stromentnahme aus dem Fotoelement ergibt sich bei großen Außenwiderständen gleichfalls eine logarithmische Abhängigkeit des Fotostromes von der Beleuchtungsstärke, die bei kleinen Außenwiderständen zu einer linearen Abhängigkeit wird **(Bild 5)**.

Der Innenwiderstand eines Fotoelementes ist aber nicht konstant, sondern mit der Beleuchtungsstärke veränderlich. Das bedeutet, daß für einen bestimmten Verbraucher, für den zwecks bester Energieübertragung die Forderung Ri = Ra erfüllt werden sollte, nur für eine bestimmte Beleuchtungsstärke die beste Anpassung gefunden werden kann. Andererseits wird es immer notwendig sein, um die Stromversorgung eines bestimmten Gerätes sicherzustellen, eine gewisse Anzahl von Fotoelementen zusammenzuschalten. Damit ist dann noch zusätzlich die Möglichkeit vorhanden, durch geeignete Reihen- oder Parallelschaltung oder ihre Kombination den gewünschten Innenwiderstand der Lichtelementbatterie herzustellen. In der Praxis wird man nun am besten für eine geringere Beleuchtungsstärke den Innenwiderstand der Lichtelementbatterie gleich dem Verbraucherwiderstand machen, da bei großen Beleuchtungsstärken ohnehin genügend Energie zur Verfügung steht, und eine Fehlanpassung nicht mehr so schwer ins Gewicht fällt, wie bei kleinen Beleuchtungsstärken.

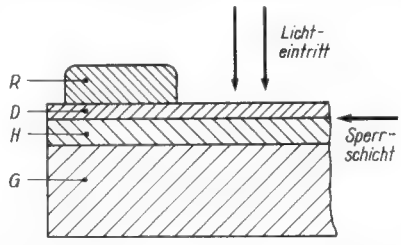


Bild 2. Grundsätzlicher Aufbau eines Sperrschicht-Fotoelementes nach Falkenthal. G = Grundplatte, H = kristalline Halbleiterschicht (Selen), D = Deck-Elektrode, R = aufgespritzter Metallrand. Zwischen H und D liegt die Sperrschicht

O. Faust mit dem von ihm konstruierten lichtbetriebenen Transistor-Empfänger (Foto: dpa)

Beim Cellofon wurde nun bei dem ersten Modell, das sehr schnell entstehen mußte, — von der Idee bis zum fertigen Gerät standen nur knapp zwei Wochen Zeit zur Verfügung, — eine Fläche von 300 cm² mit 72 kleinen Lichtelementen belegt. Die Elemente wurden so kombiniert, daß ein Quellwiderstand von 1,5 kΩ entstand, der gleich dem durch den Transistorempfänger dargestellten Lastwiderstand war (Lastwiderstand = Betriebsspannung : Stromaufnahme). Diese Lichtelementbatterie hatte ihr Leistungsmaximum bei etwa 300 Lux, die bei Belichtung abgegebene Leistung kann aus **Bild 6** ersehen werden.

Dieses erste Cellofonmodell war als Rückkopplungsaudion für Mittelwelle mit zweistufiger, widerstandsgekoppelter Niederfrequenzverstärkung ausgeführt. Das Gerät ergab bereits von einer Beleuchtungsstärke von etwa 100 Lux an hörbaren Lautsprecher-Empfang des Ortssenders. Unter einer 60-W-Tischlampe, die etwa eine Beleuchtungsstärke von 1000 Lux ergab, war das Gerät wesentlich lauter, und es war immer wieder erstaunlich, sich zu vergegenwärtigen, mit wie wenig Energie das Gerät betrieben werden konnte, und

[1]) Ein nach diesem Prinzip aufgebauter Rundfunkempfänger wird hier beschrieben. Das Gerät wurde auf den Namen „Cellofon" getauft, wobei die erste Silbe aus dem Firmennamen entnommen wurde, und einen Hinweis auf die Speisung des Gerätes aus Electrocell-Fotoelementen darstellen soll.

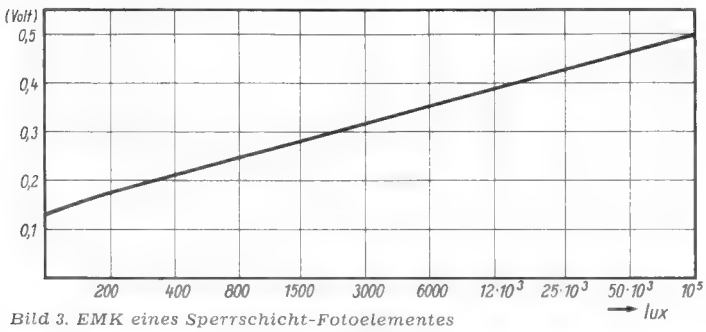


Bild 3. EMK eines Sperrschicht-Fotoelementes

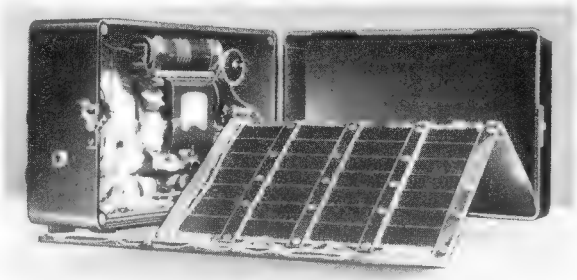


Bild 4. Aus der aufklappbaren Rückwand kann eine dreiteilige Batterie von Fotoelementen herausgeklappt werden

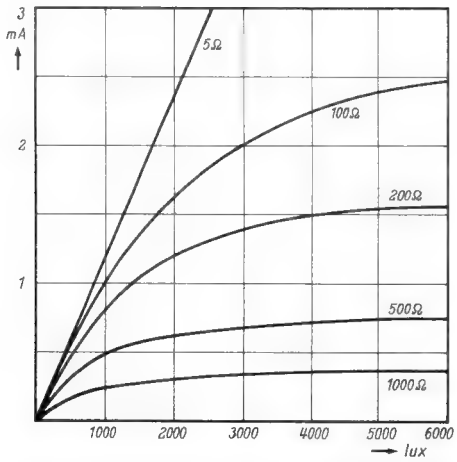


Bild 5. Stromabgabe eines Fotoelementes älterer Bauart mit einer wirksamen Fläche von 11,1 cm² bei verschiedenen Belastungswiderständen

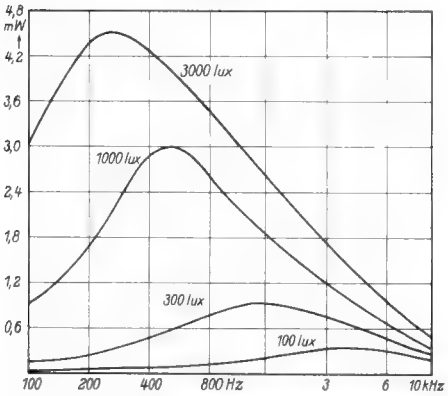


Bild 6. Elektrische Leistung einer Electrocell-Lichtelement-Batterie der Größe 300 cm² in Abhängigkeit vom Lastwiderstand bei kleinen Beleuchtungsstärken. Das Leistungsmaximum verschiebt sich mit wachsender Beleuchtungsstärke zu kleineren Lastwiderstandswerten. Man erkennt an den Kurven, wie stark die Leistung absinkt, wenn falsch angepaßt wird

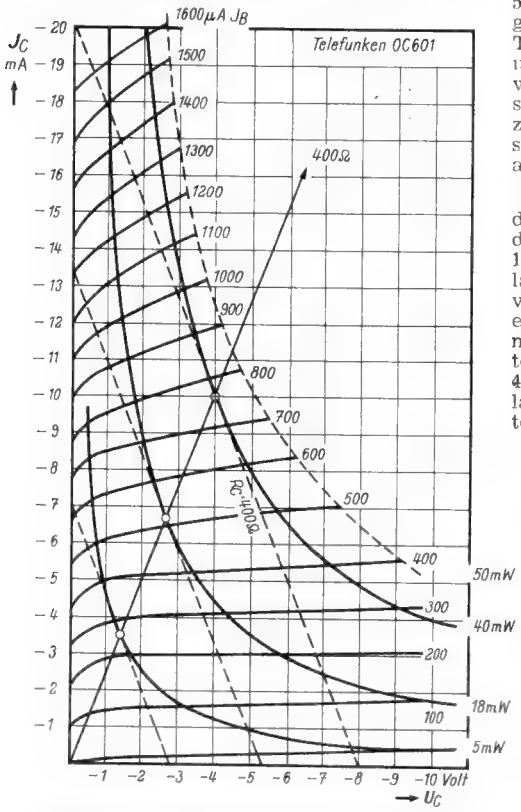


Bild 7. Konstruktion des Arbeitspunktes für die Endstufe im Kennlinienfeld eines Transistors OC 601 in Emitterschaltung

welche geringen Sprechleistungen hier tatsächlich abgestrahlt wurden. Im Hinblick auf die erfolgte Weiterentwicklung des Cellofons kann auf die Wiedergabe der Schaltung dieses Gerätes hier wohl verzichtet werden.

Aus den mit dem ersten Gerät gesammelten Erfahrungen wurde sofort mit dem Bau eines zweiten Cellofons begonnen. Es hatten sich folgende Umstände als änderungsbedürftig erwiesen: das Gerät spielte zwar schon bei sehr geringer Beleuchtungsstärke, bei sehr starker Beleuchtung aber, wie z. B. bei 50 000 Lux an einem hellen Sonnentag war der Erfolg nicht angemessen größer. Das Leistungsmaximum der Lichtelementbatterie lag bei zu geringen Beleuchtungsstärken. Ferner war die Hf-Empfindlichkeit nicht ausreichend, um jederzeit an einer kleinen Stabantenne den Ortssender empfangen zu können. War durch Verwendung einer anderen Antenne genügend Hf-Energie da, so war die Aussteuerbarkeit zu gering, so daß bei unsachgemäßer Bedienung leicht Verzerrungen auftraten. Das zweite Modell, bei dem diese Fehler beseitigt werden konnten, wurde nun bewußt auf einen sehr kleinen Lastwiderstand von 400 Ω gebracht und die Lichtelementbatterie entsprechend umgebaut. Ihr Leistungsmaximum lag nun bei etwas unterhalb 3000 Lux, das ist ein Wert, der bei Tageslicht durchaus noch als „kleine Beleuchtungsstärke" anzusehen ist. Gleichzeitig wurde dem Gerät eine zusätzliche Hf-Verstärkerstufe gegeben, und die Nf-Verstärkung auf drei Stufen erhöht. Beide Maßnahmen haben sich sehr angenehm bemerkbar gemacht. Zur Schaltung des Rückkopplungsaudions sei kurz bemerkt, daß alle in der Literatur angegebenen Schaltungen durchprobiert wurden, und die vom Verfasser angewandte Anordnung die kleinste Frequenzänderung im Abstimmkreis ergab, und sich über den gesamten Bereich von 500 bis 1500 kHz ins Schwingen bringen ließ **(Bild 9)**.

Bei der ersten Erprobung des zweiten Musters wurde die Fläche der Lichtelementbatterie auf 500 cm² vergrößert, um eine entsprechend vergrößerte Sprechleistung zu erhalten. Diese Batterie liefert an einem Lastwiderstand von 400 Ω bei 2000 Lux 7 mW, bei 10 000 Lux 21 mW, bei 50 000 Lux 46 mW. Von dieser zur Verfügung stehenden Leistung muß der größte Teil dem Endverstärker zugeführt werden und die Vorstufen müssen so eingestellt werden, daß sie mit sehr geringem Leistungsbedarf auskommen. Bei 50 000 Lux z. B. werden für die Einstellung der Endstufe 40 mW und für die Vorstufen 6 mW aufgewendet.

Um die richtigen Arbeitspunkte zu finden, werden in dem Kennlinien-Diagramm des Transistors die Kurven für 40 mW, 18 mW und 5 mW eingezeichnet. Sie verlaufen ähnlich, wie die Belastungsgrenze von 50 mW für den Kollektor. Diese drei eingezeichneten Kurven stellen also die mögliche Leistungsaufnahme des Kollektors dar, und ihre Schnittpunkte mit der 400-Ω-Linie für den vorgesehenen Belastungswiderstand der Lichtelementbatterie ergeben die einzustellenden Arbeitspunkte. In **Bild 7** ist die Konstruktion der Arbeitspunkte ausführlich dargestellt.

Die zugrunde gelegten Transistorkennlinien wurden an einem Exemplar eines Telefunken-Transistors Typ OC 601 aufgenommen und zwar für die Schaltung mit geerdetem Emitter. Die 400-Ω-Widerstandsgerade hat entgegengesetzte Neigung wie die Widerstandsgerade für den Arbeitswiderstand im Kollektorkreis. Ihr Schnittpunkt mit der 40-mW-Linie ist der Arbeitspunkt für die hohe Beleuchtungsstärke 50 000 Lux. Er liegt bei einem Basisstrom von 760 μA, einem Kollektorstrom von 10 mA und einer Betriebsspannung von 4 V, wenn man annimmt, daß der Lautsprecher-Transformator keinen ohmschen Widerstand besitzt.

Zur ersten Einstellung des Gerätes nimmt man nun eine Spannungsquelle von 4 V, oder bei Berücksichtigung des Widerstandes der Transformatorwicklung entsprechend mehr, und wählt den Widerstand in der Basisleitung so, daß ein Kollektorstrom von 10 mA, bzw. ein Basisstrom von 760 μA fließt. Durch Reduzierung der Betriebsspannung können die Kollektor- und Basisstromwerte für die beiden anderen Arbeitspunkte für 10000 Lux und 2000 Lux kontrolliert werden. Sie müssen sich jetzt automatisch durch Reduktion der Betriebsspannung ergeben. Der günstigste Arbeitswiderstand im Kollektorkreis für diese niedrigen Betriebsspannungen ist auch sehr klein und beträgt in unserem Falle 400 Ω. Aus den eingezeichneten Arbeitskennlinien kann auch die abgegebene Sprechleistung von einigen mW abgelesen werden. Um diese kleinen Sprechleistungen mit möglichst gutem Wirkungsgrad abzustrahlen, wurde ein spezieller Oval-Lautsprecher benutzt, den eine bekannte Lautsprecherfirma freundlicherweise für diesen Zweck entwickelte, und der durch hohe Feldstärke und kleinsten Spalt eine beträchtliche Lautstärkeerhöhung gegenüber dem im ersten Gerät benutzten Kofferlautsprecher P 10/13/10 brachte. Durch die größere Membrane (125 × 180 mm) ist die Wiedergabe der tiefen Frequenzen ausreichend, und die hohen Frequenzen kommen so schön, daß man fast an UKW-Qualität erinnert wird.

Die gute Wiedergabe kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß das Gerät trotz vergrößerter Lichtelementfläche an Lautstärke nur bescheidene Ansprüche befriedigen kann. Hier ergibt sich eine Verbesserungsmöglichkeit durch die Anwendung einer Gegentaktverstärkerstufe. Bei der in **Bild 8** gezeigten Schaltung konnten die Arbeitspunkte auf ziemlich kleine Kollektorströme gesetzt werden, so daß man fast von B-Verstärkung sprechen könnte. Der zur Lichtelementbatterie parallel liegende Elektrolytkondensator von 100 μF muß jetzt allerdings auf einige 1000 μF erhöht werden, damit bei Aussteuerung die erforderlichen Stromspitzen aus der Kondensatorladung entnommen werden können. In dieser Anordnung beträgt die Sprechleistung bei jeder Beleuchtungsstärke fast das 4fache gegenüber dem Eintaktbetrieb.

Die praktische Anwendung der Speisung von Transistorgeräten direkt aus einer Lichtelementbatterie hat nun allerdings den Nachteil, daß das Gerät bei Dunkelheit wertlos ist. Bei dem ersten Modell des Cellofons ist durch eine eingebaute Stabbatterie die Möglichkeit geschaffen worden, bei ungenügender Beleuchtungsstärke auf Batteriebetrieb umschalten zu können. Angesichts der Tatsache aber, daß der Stromverbrauch eines solchen Transistorempfängers ohnehin sehr klein ist, und damit die Lebensdauer der Batterie entsprechend hoch, fragt man sich, ob der Kostenaufwand für eine Lichtelementbatterie dann noch sinnvoll erscheint. Wenn man jedoch das Gerät aus einem Akkumulator betreibt, dann ist die

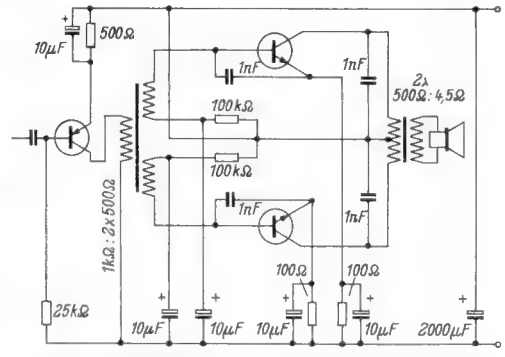


Bild 8. Gegentakt-B-Stufe mit zwei npn-Flächentransistoren für niedrige Betriebsspannung

Möglichkeit, ständig aus Lichtelementen wieder aufladen zu können, oder im Pufferbetrieb zu arbeiten, durchaus sinnvoll.

Die sich hier ergebenden Verhältnisse werden vom Verfasser jetzt gerade untersucht und die notwendigen Messungen durchgeführt. Es werden kleine, gasdichte Edison-Akkumulatoren benutzt, die nach Angaben der Herstellerfirma ständig wieder aufgeladen werden können, und die bereits seit dem vorigen Jahre in einige mit Röhren betriebene Kofferempfänger und Schwerhörigengeräte von der Industrie eingebaut werden. Bei Benutzung dieser Akkumulatoren ist man hinsichtlich der Einstellung des Transistorgerätes wesentlich freier, da man mit konstanter Betriebsspannung rechnen kann, und da außerdem wesentlich höhere Leistungen aufgewandt werden können. Das Gerät ist dann ständig betriebsbereit, und in den Betriebspausen kann der Stahlakkumulator durch die Lichtelemente aufgeladen werden.

Im Modell verwendete Transistoren:

Hf-Vorstufe u. Audion	2 N 33 (USA)
1. Nf-Stufe	OC 71 (Valvo)
2. Nf-Stufe	OC 602 (Telefunken)
Eintakt-Endstufe	OC 601 (Telefunken)
Gegentakt-Endstufe	2 × TF 71 (Siemens)

Diese Typen standen gerade zur Verfügung; entsprechende andere Typen sind natürlich gleichfalls geeignet.

Die Fotoelementbatterie bestand aus Electrocell-Selen-Lichtelementen der Größe 14 × 36 mm mit einer Nutzfläche von je 4,2 cm².

Zusammenfassend kann nun also gesagt werden, daß es sehr gut möglich ist, Transistorgeräte aus einer Batterie von Lichtelementen zu speisen. Folgende Voraussetzungen sind jedoch zu erfüllen: der durch das Transistorgerät dargestellte Lastwiderstand soll möglichst niederohmig sein und die Lichtelementbatterie sollte bei diesem Wert das Leistungsmaximum bei der niedrigsten, zum Betrieb des Gerätes gewünschten Beleuchtungsstärke haben. Dadurch ergibt sich für die Einstellung der Transistoren die Forderung nach möglichst kleiner Betriebsspannung. Werden Selen-Fotoelemente aus der normalen Fertigung benutzt, so kann die Vorausberechnung der benötigten lichtempfindlichen Fläche unter Zugrundelegung der spezifischen Leistung erfolgen:

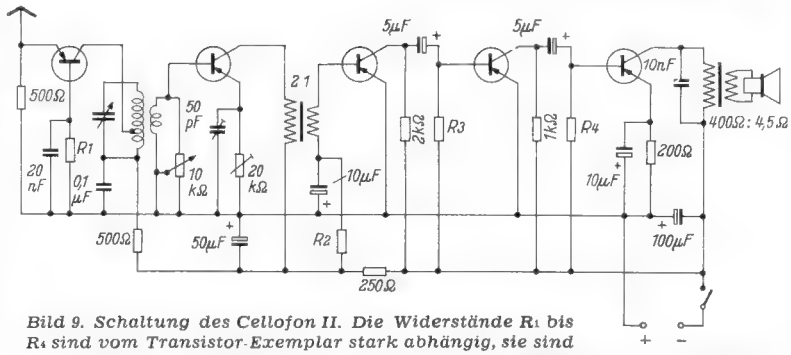


Bild 9. Schaltung des Cellofon II. Die Widerstände R_1 bis R_4 sind vom Transistor-Exemplar stark abhängig, sie sind so zu wählen, daß die aus dem Kennlinienfeld bestimmten Arbeitspunkte eingenommen werden

$$N = 8{,}4\ \mu W \cdot cm^{-2} \text{ bei } 1000 \text{ Lux}$$

Steigende Beleuchtungsstärke von 1000 Lux bis zu 10 000 Lux ergibt einen Leistungszuwachs von

$$\frac{\Delta N}{\Delta B}\max = 36\ \mu\text{Watt} \cdot cm^{-2}$$

Über 10 000 Lux hinaus wird der Leistungsanstieg etwa den gleichen Wert haben, genaue Messungen konnten hier jedoch noch nicht vorgenommen werden. Konstantere Verhältnisse ergeben sich, wenn die Transistoren aus Akkumulatoren gespeist werden, und die Lichtelementbatterie zur Aufladung benutzt wird.

Ein einfaches Universal-Röhrenvoltmeter

Legt man bei einem Röhrenvoltmeter den kleinsten Wechselspannungs-Meßbereich mit 10...15 V fest, so braucht man den Anlaufstrom der Meßdiode nicht zu kompensieren, da er dann Nullpunkt und Skalenteil des Instrumentes nicht mehr wesentlich beeinflußt. Die Schaltung wird dadurch einfacher und übersichtlicher Dies geht aus **Bild 2** hervor, das der nach diesem Prinzip arbeitenden Schaltung des Röhrenvoltmeters „Valvimeter MRV 2" der Firma Elge, Wien, entspricht.

Für den Gleichspannungsteil wird eine Röhre EF 12 verwendet. Das Anzeigeinstrument liegt in einer Brückenschaltung, so daß nur die von der Meßspannung verursachten Anodenstromänderungen angezeigt werden. Die Brücke, bzw. der Nullpunkt wird mit dem Regler R 2 abgeglichen. Die erstmalige Eichung bei einer bekannten Meßspannung erfolgt durch Einstellen des Katodenwiderstandes R 1 im empfindlichsten Bereich. Die anderen Bereiche stimmen dann automatisch, sofern die Widerstandswerte der Eingangsspannungsteiler mit engen Toleranzen (1%) gewählt werden.

Die Röhre arbeitet in B-Schaltung und wird durch die Meßspannung aufgetastet. Für Gleichspannungsmessungen ist ein Spannungsteiler mit den Bereichen 5, 25, 100 und 500 V vorgesehen. Der Eingangswiderstand beträgt dabei stets 20 MΩ. Eine weitere Meßbuche erweitert den Bereich bis 1000 V. Noch höhere Spannungen (Fernseh - Service) können mit einer Hochspannungstastspitze gemessen werden, die unter der Bezeichnung HT 25/980 geliefert wird. Der gesamte Eingangswiderstand beträgt dann 1000 MΩ. Die Belastung der Meßspannungsquelle ist also sehr gering, auch ergibt sich eine hohe Sicherheit bei Berührungen, denn der Strom durch die Tastspitze wird selbst bei 15 kV auf den ungefährlichen Wert von 15 µA begrenzt.

Für normale Wechselspannungsmessungen, z. B. im Tonfrequenzgebiet, ist nicht unbedingt eine Tastdiode erforderlich, die auch bei leichtester Ausführung stets etwas unhandlich ist. Deshalb ist die Meßdiodenstrecke für diese Frequenzen im Gehäuse des Gerätes untergebracht. Man kann also hier mit normalen Prüfschnüren arbeiten. Hinter der Meßdiode liegt ein besonderer Spannungsteiler für Wechselspannungsmessungen. Es wird also nicht, wie in vielen anderen Schaltungen, der Gleichspannungsteiler auch für Wechselspannungsmessungen herangezogen. Das Umschalten auf Wechselspannung erfolgt einfach durch Weiterdrehen des Bereichschalters. Da die Anzeigeröhre positiv gesteuert werden muß, wird die erforderliche Spannung nicht an der Diodenanode sondern an der Katode abgegriffen. Die Schaltung entspricht damit im Prinzip einer Anordnung wie sie von Cassani in der FUNKSCHAU 1946, Heft 7, Seite 75, besprochen wurde. Dieses Prinzip wurde auch im Band 33 unserer Radio-Praktiker-Bücherei in Bild 57 nochmals behandelt.

Bild 1. Röhrenvoltmeter MRV 2 der Firma Elge, Wien

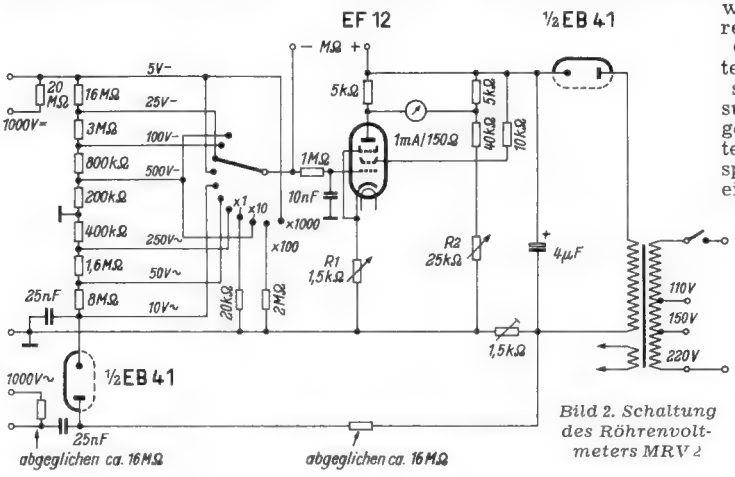


Bild 2. Schaltung des Röhrenvoltmeters MRV 2

Der höchste Meßbereich bei unmittelbarem Diodeneingang beträgt 250 V, um die zulässige Sperrspannung der Diode nicht zu überschreiten[1]). Wechselspannungen bis 1000 V werden über einen Vorwiderstand von 16 MΩ gemessen. Da sich hierbei infolge der Eingangskapazität der Diode ein frequenzabhängiger Spannungsteiler ergibt, kommt dieser Bereich vorwiegend für niedrige Tonfrequenzen in Frage. Schätzt man die Kapazität zu 10 pF, dann ergibt sich die obere Grenzfrequenz zu

$$f = \frac{1}{2\pi R C} = \frac{10^{12}}{2\pi \cdot 16 \cdot 10^6\ 10} = 1000 \text{ Hz}$$

[1]) Welche Sperrspannung soll der Einweggleichrichter haben? FUNKSCHAU 1955, H. 9, Seite 184.

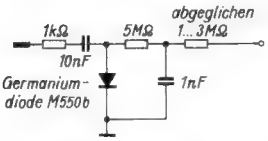


Bild 3. Schaltung des Tastkopfes

Für Hf-Messungen dagegen steht ein Tastkopf, Typ TK 20/10a, mit einer Germaniumdiode zur Verfügung, dessen Schaltung **Bild 3** zeigt. Er wird an die Gleichspannungsmeßbuchsen angeschlossen. Die größte Meßspannung ist hier durch die Daten der Germaniumdiode begrenzt.

Weiter enthält das Röhrenvoltmeter mehrere Widerstandsmeßbereiche. Der zu messende Widerstand wird zwischen Gitter und Anode der Meßröhre gelegt und bildet mit dem eigentlichen Gitter-Ableitwiderstand einen Spannungsteiler, dessen Teilspannung zwischen Gitter und Erde die Anzeige bewirkt. Höhere zu messende Widerstände ergeben eine kleinere Anzeigespannung, die Ohmteilung steigt daher nach links an.

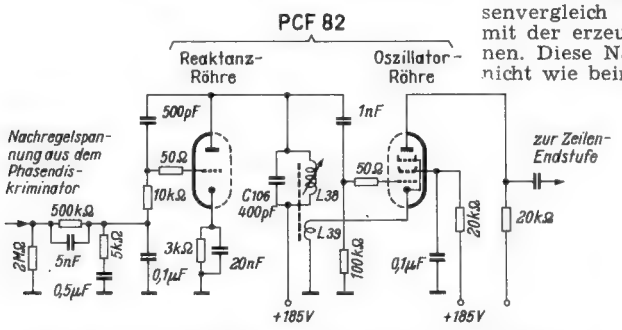
Als Netzgleichrichter wird die zweite Diodenstrecke der Röhre EB 41 verwendet. Da beide Diodenkatoden eine hohe Spannung gegen Masse führen, muß der Heizkreis der EB 41 sorgfältig isoliert sein.

Die einfache Schaltung und Handhabung, sowie der günstige Preis, machen dieses Instrument zu einem zweckmäßigen Gerät für die Reparaturwerkstatt.

Sinusoszillator statt Zeilen-Sperrschwinger

Die Synchronisierung des Zeilenfrequenzoszillators bzw. die Konstanz der Zeilenfrequenz ist eines der Hauptprobleme beim Bau von Fernsehempfängern. Nur ein vollkommen ruhig stehendes Bild ohne ausgefranste Bildränder und ohne Störungen vermag den Zuschauer auf die Dauer zu befriedigen.

Auf die Durchbildung des Horizontaloszillators und eine einwandfreie Synchronisierung mit den Zeilenimpulsen wird deshalb bei allen Firmen viel Sorgfalt verwendet. Bisher wurden als Zeilenfrequenzoszillatoren fast nur Multivibratoren oder Sperrschwinger mit Schwungradkreis benutzt. Ihre Frequenz ist aber im nichtsynchronisierten Zustand unstabil, da sie von allen möglichen Faktoren beeinflußt wird. Speisespannungsschwankungen, Änderungen der Röhrenkapazität oder der Daten fast aller mit dem Oszillator zusammenhängenden Widerstände und Kondensatoren verursachen Frequenzänderungen.



Schaltung des Zeilenoszillators beim Nora-Fernsehempfänger F 11

Durch raffinierte Regelschaltungen, besonders durch die Phasensynchronisierung, müssen diese Änderungen beim Empfang eines Senders wieder „hingeschoben" werden. Da jede Nachregelschaltung nur einen bestimmten Regelbereich hat, kann es bei unglücklichem Zusammentreffen mehrerer Umstände vorkommen, daß trotzdem die Synchronisierung außer Tritt fällt.

Die Firma Nora hat daher bei ihrem neuen Fernsehempfänger F 11 die Multivibratorschaltung für die Erzeugung der Zeilenfrequenz aufgegeben. Sie verwendet stattdessen einen Sinusoszillator mit einem rückgekoppelten LC-Schwingkreis in sogenannter Eco-Schaltung. Das Pentodensystem der Röhre PCF 82 schwingt hierbei entsprechend dem **Schaltbild** zwischen Katode, Gitter 1 und Gitter 2 als Triodenoszillator. Die Katode ist hochgelegt, Gitter 2 ist wechselspannungsmäßig geerdet. Die Oszillatorspannung wird praktisch rückwirkungsfrei an der eigentlichen Anode ausgekoppelt.

Die erzeugte Frequenz ist in dieser Schaltung nur von den Schwingkreisdaten, also dem Kondensator C 106 und der Spule L 38 (Positionsbezeichnungen des Originalschaltbildes) abhängig. Alle anderen Einflüsse, wie Änderungen der Betriebsspannung und der Röhreneigenschaften, haben kaum Einfluß auf die Frequenz mehr. Die beiden einzigen frequenzbestimmenden Teile C 106 und L 38 sind ferner so ausgebildet, daß sie ihre Werte auch durch die betriebsmäßige Erwärmung nicht verändern. Die freilaufende (nicht synchronisierte) Frequenz des Oszillators ist bereits ungewöhnlich konstant. Dazu kommt der Vorteil, daß ein Sinusoszillator im Gegensatz zum Multivibrator oder Sperrschwinger durch Störimpulse nicht aus dem Tritt gebracht werden kann.

Die am Gitter des Oszillatorsystems vorhandene sinusförmige Spannung wird durch Übersteuerung und geeignete RC-Koppelglieder in die zur Aussteuerung der Zeilenendstufe notwendige Kurvenform umgewandelt.

Zum Synchronisieren wird in bekannter Weise eine Nachregelspannung durch Phasenvergleich der Zeilensynchronimpulse mit der erzeugten Zeilenfrequenz gewonnen. Diese Nachregelspannung kann aber nicht wie beim Sperrschwinger oder Multivibrator dem Gitter des Oszillators zugeführt werden, denn dessen Frequenz würde davon nicht beeinflußt werden. Die Nachregelung erfolgt vielmehr über eine Reaktanzröhre (Triode der PCF 82). Diese Schaltung und die hohe Steilheit des Triodensystems ermöglichen einen weiten Nachregelbereich. Bei einigermaßen ausreichender Feldstärke braucht die Zeilenfrequenz über Jahre hinaus nicht mehr nachgestellt zu werden. Der Zeilenfrequenzregler besitzt eine Raststellung, die bereits in der Fabrik auf die richtige Frequenz justiert wird.

Dieser Sinusoszillator bewirkt auch bei kleinsten Eingangsspannungen absolut gerade Bildkanten, und er verhindert das Ausreißen einzelner Zeilen oder Zeilenbündel bei Zündfunkenstörungen.

Die Gesamtschaltung des Fernsehgerätes weist noch einige weitere Vorteile auf: Die neutralisierte Triodenmischstufe mit Cascode-Vorstufe ergibt ein günstiges Signal/Rausch-Verhältnis und dadurch eine hohe Empfindlichkeit. Vier Bildzwischenfrequenzstufen schaffen hohe Verstärkungsreserve für die automatische Regelung sowie größtmögliche Bandbreite und Bildschärfe. Sieben Zwischenfrequenzsperr- bzw. -saugkreise ergeben eine größere Trennschärfe als von der Bundespost empfohlen wird. Der zweistufige Ton-Zf-Verstärker ermöglicht eine gute Störunterdrückung und verhindert das sogenannte „Intercarrier-Brummen". Die Impulsabtrennung erfolgt in einem dreistufigen Amplitudensieb mit zusätzlichem automatisch wirksamen Störbegrenzer. Zusammen mit dem Sinusoszillator können auch kleinste Feldstärken und stärkste Störungen die Synchronisierung nicht aus dem Tritt bringen.

Im Tonteil ist eine getrennte Baß- und Höhenregelung vorgesehen, um auch hier, wie beim Rundfunkempfänger, alle Wünsche auf individuelle Gestaltung des Klangbildes erfüllen zu können.

Funktechnische Fachliteratur

Die Kurzwellen

Einführung in das Wesen und in die Technik. Von Dipl.-Ing. F. W. Behn und Werner W. Diefenbach. 256 Seiten mit 337 Bildern und zahlreichen Tabellen. Preis: 16 DM. Franzis-Verlag, München.

Mancher junge Kurzwellenamateur ging klopfenden Herzens mit einer der ersten Ausgaben des „Behn-Diefenbach" in der Tasche zur Lizenzprüfung. Er hatte sich die Kenntnisse zum Ablegen der Prüfung aus diesem Buch erworben. Die erste Auflage entstand aus einer Artikelreihe, die vor Jahren in der FUNKSCHAU von F. W. Behn veröffentlicht wurde. Die Buchbearbeitung übernahm später Werner W. Diefenbach, DL 3 VD. Im Aufbau der Abschnitte über die grundsätzlichen Fragen galt das Buch schon immer als vorbildlich, denn der Stoff ist nicht nur technisch geschickt, sondern auch nach pädagogischen Gesichtspunkten behandelt. Dagegen brauchten die praktischen Abschnitte dringend eine Neubearbeitung, die nun erfolgt ist.

DL 3 VD hat seine reichen Erfahrungen niedergelegt und zahlreiche im eigenen Labor erprobte und in der Praxis bewährte Konstruktionen beschrieben. Eine besondere „Rosine" bildet ein zweiteiliger Amateurempfänger, der allerhöchsten Ansprüchen genügt, und der aus einem Converter und einem Zf-Teil mit Selectoject nebst Netzteil und Nf-Teil besteht. Weitere Konstruktionen sind eine große 100-W-Station, ein 5-W-Koffersender für alle Bänder und ein 50-W-Sender in Bausteinausführung. Darüber hinaus findet der Funkamateur alles, was er über Tastung, Modulation, Antennen- und Betriebstechnik wissen muß.

Ein besonderer Abschnitt ist den Rundfunk- und Fernsehstörungen (BCI und TVI) und ihrer Beseitigung gewidmet. Das ist ein Kapitel, dem sich der Sendeamateur von heute mit ganz besonderer Aufmerksamkeit widmen muß. Für viele wird aber der letzte Abschnitt des Buchses von allergrößtem Wert sein. Der Leser findet hier Prüfungsaufgaben für die DE-Prüfung des DARC und für die Sendeamateurprüfung der Bundespost. Den Kursusleitern der Amateurverbände wird damit wertvolles Material in die Hand gegeben, um ihrer gewiß nicht leichten Aufgabe in zweckmäßigster Form gerecht zu werden.

Die Seiten 243 bis 251 sind nur einseitig bedruckt. Sie enthalten eine Buchstabiertafel, Q-, Z- und Amateurabkürzungen, sowie Tafeln mit dem RST- und RSM-System. Der Funkamateur kann diese Blätter aus dem Buch herausnehmen und sie z. B. unter eine Glasplatte auf den Stationstisch legen, so daß er die erforderlichen Angaben während des Funkverkehrs sofort ablesen kann. Mit dem Herauskommen der neuen Auflage geht ein langgehegter Wunsch vieler Funkamateure in Erfüllung. DL 6 KS

Einführung in die Fernseh-Servicetechnik

Von H. L. Swaluw, u. J. van der Woerd. 276 Seiten mit 326 Bildern. Preis: 19.50 DM. Verlag: Deutsche Philips GmbH, Hamburg 1 (Bezug nur durch den Buchhandel).

Nach der mehr technisch - wissenschaftlich orientierten Fachbuchreihe über Fernsehen erscheint mit diesem Buch das seit langem erwartete praktische Fernseh-Service-Werk in der Reihe der Philips Technischen Bibliothek. Es wendet sich hauptsächlich an den Rundfunktechniker, der die Aufstiegsmöglichkeiten zum Fernsehtechniker wahrnehmen will. In den ersten neun Kapiteln geben die Verfasser einen zwar gedrängten, aber leicht verständlichen Überblick über die Technik des Fernsehempfanges. Geschickt gewählte Beispiele und Vergleiche veranschaulichen auch den schwierigeren Stoff. Dann folgen Abhandlungen über neuzeitliche Kanalwähler, das Differenzträgerverfahren und ausführliche Schaltungserklärungen der Kipp- und Synchronisierteile.

Der Hauptwert des Buches liegt aber in einer Zusammenstellung von Schirmbildfotos mit charakteristischen Bildfehlern und den dazugehörigen Erläuterungen. Bekanntlich lassen sich die meisten Fehler an der Durchlaßkurve und an den Kippgeräten bereits an den Schirmbildern erkennen, so daß dieser Teil des Buchses ein besonders wertvolles Hilfsmittel für die Reparaturpraxis darstellt. Über einige kleine sprachliche Unebenheiten durch die Übersetzung aus dem Holländischen wird man dabei gerne hinwegsehen.

Transistortechnik - stark vereinfacht

Von Ing. O. Limann

Diese Einführung schafft klare Vorstellungen über die Verwendung des Transistors in normalen Verstärkerschaltungen

Kein Funktechniker oder Elektroakustiker kann auf die Dauer an der Transistortechnik vorbeigehen. Leider besteht aber bisher noch keine einfache Darstellung über die Grundlagen des Transistors, denn sowohl die Begriffe für die physikalische Wirkungsweise (Löcherelektronen) als auch für die Schaltungstechnik (duale Schaltungen, Matrizenrechnung) regen den in die Tagesarbeit eingespannten Techniker zu wenig an, sich mit diesen Dingen vertraut zu machen.

Versuchen wir also, von den Eigenschaften und Daten des Transistors einige auszuwählen, die dem Funktechniker bisheriger Richtung das Verständnis erleichtern.

Das Eindringen in die Transistortheorie wird dadurch erschwert, daß meist die drei Schaltungsmöglichkeiten, nämlich Basisschaltung, Emitterschaltung und Kollektorschaltung, gleichzeitig behandelt werden. Bei Einführungen in die Röhrentechnik geht man aber zunächst nur auf die wichtigste, die Katodenbasisschaltung ein und beschäftigt sich erst später mit der Gitter- und Anodenbasisschaltung. Dies erleichtert das Einarbeiten beträchtlich. Ebenso sollte man es auch bei Einführungen in die Transistortechnik halten

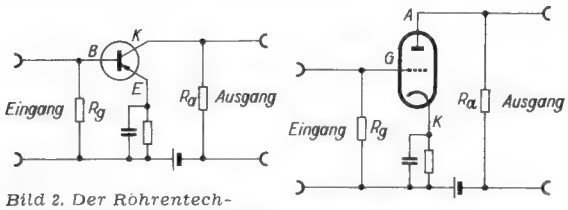


Bild 2. Der Röhrentechniker betrachtet zweckmäßig zuerst nur die Emitterschaltung, um sich mit Transistoren vertraut zu machen; a = Emitterschaltung, b = entsprechende Röhrenschaltung

Die Basis des Transistors entspricht dem Steuergitter einer Röhre

Unglücklicherweise verlockt die Bezeichnung Basis für die eine Transistorelektrode dazu, sie als eine Art Katode zu betrachten, die an Erde liegen muß. Diese Ansicht ist aber verfehlt. Die Basis des Transistors wird besser mit dem Gitter einer Triode verglichen, während der Emitter der Katode entspricht. (Vgl. Fußnote [1]) rechts unten.)

Hier bietet sich eine Gedächtnisstütze an: Der Emitter des Transistors entspricht bei Röhren der Elektrode die „emittiert", also der Katode. Der hauptsächlich in der Verstärkertechnik verwendeten Katodenbasisschaltung entspricht demnach die Emitterschaltung. Der Emitter ist hierbei der geerdete gemeinsame Pol für Eingangs- und Ausgangskreis (Katode). Die Basis dagegen dient als Steuerelektrode. Am Kollektor (Anode) wird die Nutzleistung abgenommen.

In dieser Schaltung **(Bild 2a)** arbeitet der Transistor ähnlich wie eine Röhre nach **Bild 2b.** Der Unterschied besteht lediglich darin, daß beim Transistor ständig „Gitterstrom" fließt. Die Steuerkennlinien verlaufen nämlich im positiven Gebiet. Wie jedem Röhrentechniker bekannt ist, wird dann aber eine Treiberstufe zur Steuerung benötigt. Das Gitter — hier die Basis — verbraucht eine Steuerleistung oder der Eingangswiderstand des Transistors ist niederohmig. Er liegt bei den heutigen Typen bei etwa 1 kΩ! Dies bedeutet eine erhebliche Belastung gegenüber den hohen Eingangswiderständen von Verstärkerröhren.

Kennlinienfelder gleichen sich

Sieht man sich die Transistoren-Verstärkerschaltungen an, so wird man in der Tat vorwiegend auf die Emitterschaltung stoßen (vgl. FUNKSCHAU 1955, Heft 10, Seite 201, sowie Seite 225 des vorliegenden Heftes). Die Ähnlichkeit mit einer Röhrenstufe zeigt sich auch bei den Kennlinienfeldern für Transistoren in Emitterschaltung. So stellt **Bild 3** die Kennlinien des Siemens-Transistors TF 65 dar. Wir erkennen deutlich die Verwandtschaft zum I_a/U_a-Kennlinienfeld einer Röhre; man braucht nur zu setzen:

statt I_C = Kollektorstrom I_a = Anodenstrom

statt U_{CE} = Spannung zwischen Emitter u. Kollektor U_a = Anodenspannung;

den U_g-Kennlinien entsprechen im Transistorfeld die I_B-Kennlinien, denn B die Basis entspricht dem Gitter, aber wir müssen hier in Strömen (I_B) denken. Sogar die Leistungsparabel ist genau wie in einem Röhrenkennlinienfeld vorhanden.

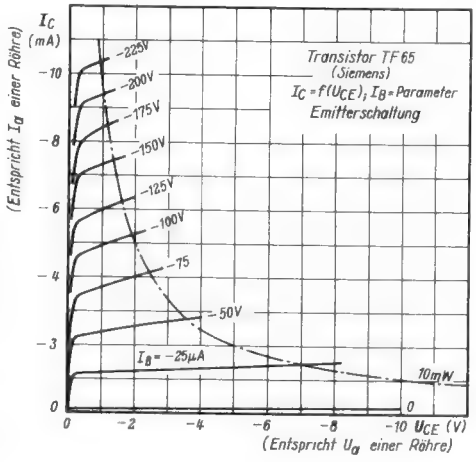
Zu beachten sind die Vorzeichen. Der hier betrachtete Transistor TF 65 ist vom pnp-Typ (positiv - negativ - positiv). Bei ihm erscheinen im Kennlinienfeld Bild 3 alle Größen mit negativem Vorzeichen. Bei einem npn-Transistor würden im entsprechenden Diagramm alle Werte positiv sein. Wie Bild 3 ferner zeigt, muß bei einem pnp-Typ die Kollektor-(Anoden-)spannung negativ sein. Daher eine weitere Gedächtnisstütze. Der mittlere Buchstabe der Bezeichnung besagt:

	Werte im Kennlinienfeld	Kollektorspannung
pnp	negative Vorzeichen	negativ
npn	positive Vorzeichen	positiv

Mit diesen kurzen Überlegungen ist bereits ein Schritt zum Verständnis der Wirkungweise getan.

Beim Transistor gibt es ein R_i für den Eingangskreis

Nun schauen wir uns, wieder ausschließlich für die Emitterschaltung, noch einige wichtige Kenngrößen an. Der Eingangswiderstand eines Transistors, also der innere Widerstand zwischen Basis und Emitter, wird im allgemeinen mit h_{11} bezeichnet. Wie diese und ähnliche Bezeichnungen zustande kommen, bleibe hier außer Betracht. Telefunken nennt übrigens den Eingangswiderstand R_e^k.



Rechts: Bild 3. Kennlinienfeld für den Siemens-Transistor TF 65 in Emitterschaltung

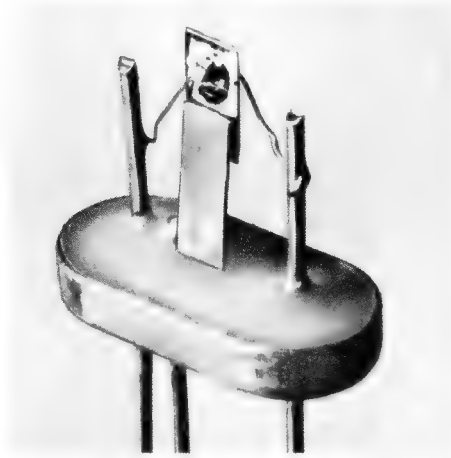


Bild 1. So einfach sieht ein neuzeitlicher Flächentransistor in starker Vergrößerung aus, und doch ist hierüber eine ganze neue Wissenschaft entstanden (SAF-Transistor ohne Kappe)

Nach dem Ohmschen Gesetz muß der Eingangswiderstand gleich Eingangsspannung durch Eingangsstrom sein. Da bei einem Transistor alle Ströme voneinander abhängen, muß man sich auf einheitliche Meßverfahren festlegen. Für die Messung von h_{11} wird zur Bedingung gemacht, daß dabei im Kollektorkreis kein Arbeitswiderstand R_a liegt, ähnlich wie dies beim Aufnehmen des statischen Kennlinienfeldes einer Röhre üblich ist. Man betreibt den Transistor mit den in den Datenblättern vorgesehenen Gleichspannungen, also in seinem richtigen Arbeitspunkt. Legt man nun eine kleine Wechselspannung u_1 an den Eingang, dann fließt ein Strom i_1 in den Transistor hinein. Da kein Arbeitswiderstand im Ausgang vorhanden ist, oder anders ausgedrückt, da der Arbeitswiderstand R_a in Bild 2a kurzgeschlossen ist, kann keine Ausgangsspannung u_2 auftreten. Man sagt auch: der Kollektorkreis ist kurzgeschlossen. Das gilt natürlich nur für den Wechselspannungsbetrieb, nicht für die Stromversorgung! Als Eingangswiderstand gilt nun

$$h_{11} = R_e^k = \frac{u_1}{u_2}\ \Omega \quad \text{bei } u_2 = 0 \qquad ^{2)}$$

Natürlich gelten grundsätzlich alle für den Transistor in dieser Form angegebenen Werte nur für kleine, als geradlinig anzusehende Kennlinienstücke oder für kleine Meßspannungen. Bei den Röhrenkonstanten sagt man z. B. auch

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \quad \text{bei } U_g = \text{konstant}$$

und will damit andeuten, daß R_i nur für kleine Spannungs- und Stromänderungen gilt.

Der Verstärkungsfaktor des Transistors

Schickt man, wie vorher beschrieben, einen kleinen Wechselstrom i_1 in den Eingang des Transistors hinein, so verursacht er, durch die röhrenähnliche Steuerwirkung, einen verstärkten Strom i_2 im Ausgangskreis. Das Verhältnis des Stromes i_1 im Eingangskreis zum Strom i_2 im Ausgangskreis nennt man

[1]) Telefunken verwendet deshalb an Stelle der Bezeichnung „Basis" den Ausdruck „Block". Damit ergibt sich gleichzeitig eine bessere Übereinstimmung in den Schaltungsbezeichnungen, da das Wort „Basis" frei wird. Man kann dann auch beim Transistor von einer „Emitterbasis-Schaltung" sprechen, wenn der Emitter geerdet ist.

[2]) Die Telefunken-Bezeichnung R_e^k soll besagen: R_e bei kurzgeschlossenem Kollektorkreis (k hochgestellt).

$$\text{Stromverstärkung } h_{21} = \frac{i_2}{i_1} \text{ bei } u_2 = 0$$

$u_2 = 0$ bedeutet wieder, daß bei der Messung kein Ausgangswiderstand R_a eingeschaltet wird, oder daß der Ausgang wechselstrommäßig kurzgeschlossen ist; i_2 ist also der Kurzschlußstrom. — Für h_{21} wird auch vielfach die Bezeichnung α angewendet. Eine Stromverstärkung von z. B. 10 bedeutet, daß ein Eingangswechselstrom von 0,1 mA einen Strom von 1 mA im Ausgangskreis hervorruft.

In der endgültigen Schaltung setzt der Arbeitswiderstand im Ausgangskreis den Strom i_2 herab. Im Arbeitswiderstand des Transistors entsteht aber eine Wechselstromleistung $i_2 \cdot u_2$, die größer als die in den Emitterkreis hineingeschickte Leistung $i_1 \cdot u_1$ ist. Das Verhältnis beider Leistungen nennt man die Leistungsverstärkung und gibt sie meist in Dezibel (dB) an. Die optimale Leistungsverstärkung ergibt sich jeweils bei einem ganz bestimmten Wert des Eingangswiderstandes R_g und des Arbeitswiderstandes R_a, denn beim Transistor hängen alle Werte sehr stark voneinander ab.

Weitere Kennwerte

Weitere Kennwerte des Transistors sind

$$h_{12} = \frac{u_1}{u_2} \text{ bei } i_1 = 0 \text{ und}$$

$$h_{22} = \frac{i_2}{u_2} \text{ bei } i_1 = 0.$$

Sie werden Spannungsrückwirkung und Ausgangsleitwert genannt, ergeben jedoch wenig anschauliche Zahlenwerte. Deswegen arbeitet man bisweilen auch mit den Begriffen: Ausgangswiderstand bei offenem und kurzgeschlossenem Eingangskreis. Es wäre zu wünschen, wenn die deutschen Transistorhersteller wenigstens die Kenngrößen in den Datenblättern bald vereinheitlichen würden. An eine Vereinheitlichung der Typen ist leider noch nicht zu denken, da innerhalb der Fertigung einer Firma die Streuungen schon zu groß sind.

Für die Entscheidung, welche Leistung ein Transistor abzugeben vermag, ist ferner der Wert der zulässigen Kollektorverlustleistung wichtig. Auch hier ergibt sich wieder eine Parallele zur Röhrentechnik. Wir sagten, daß bei der Emitterschaltung der Kollektor der Anode entspricht. Kollektorverlustleistung bedeutet also das gleiche wie die Anodenverlustleistung bei einer Verstärkerröhre.

Tabelle 1.
SAF-Transistoren in Emitterschaltung

	OC 110	OC 120	OC 130
Eingangswiderstand h_{11} kΩ	1...1,5	~ 2	2.5...3
Stromverstärkung h_{21}	10...20	20...33	> 33
Leistungsverstärkung dB	30	32	35

Tabelle 2.
Siemens-Transistoren in Emitterschaltung

	TF 65	TF 70	TF 71
Verlustleistung mW	10	100	75
Eingangswiderstand h_{11} kΩ	0,2...2,5	0,2...0,8	0,4...1,6
Stromverstärkung h_{21}	20...100[1])	7,4...16	16...49
Leistungsverstärkung dB	[2])	30	35

[1]) Die Transistoren werden nach der Stromverstärkung in sechs Gruppen sortiert und farbig gekennzeichnet. Die bevorzugte Lieferung bestimmter Gruppen ist jedoch nicht möglich.

[2]) Die Einstellung auf gleiche Leistungsverstärkung bei den verschiedenen Gruppen (s. [1])) erfolgt durch Wahl des Ausgangswiderstandes.

Neue Transistortypen auf der Messe in Hannover

Wegen der bei den einzelnen Firmen verschieden gewählten Kennwerte ist die Zusammenfassung der neuen Transistoren in einer einheitlichen Tabelle schwierig. Wir bringen deshalb hier einige Originalangaben der einzelnen Firmen in getrennten Tabellen und beschränken uns dabei stets auf die vorher betrachteten Werte der Emitterschaltung.

Die Fa. R. Rost fertigt einen Flächentransistor Typ GF 500 vom pnp-Typ. Der Eingangswiderstand beträgt ca. 1 kΩ, die Stromverstärkung 10...40, die Leistungsverstärkung bei optimal gewählten Widerständen ca. 30 dB.

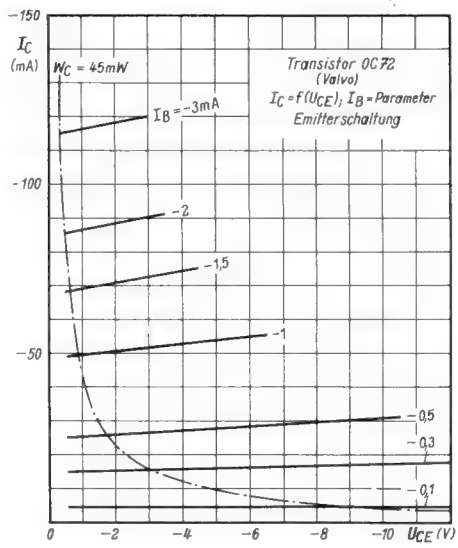


Bild 4. Kennlinienfeld für den Valvo-Transistor OC 72 in Emitterschaltung

Die wichtigsten Werte der drei SAF-Flächentransistoren sind in **Tabelle 1** dargestellt. Es sind pnp-Flächentransistoren für Nf-Anfangsstufen mit einer Kollektorverlustleistung von je 50 mW.

Siemens fertigt ebenfalls drei Transistortypen, und zwar eine pnp-Ausführung mit der Bezeichnung TF 65 für Hörhilfen. Die Kennlinie dieses Transistors für Emitterschaltung wurde bereits in Bild 3 gebracht. Für allgemeine Verwendung sind die beiden npn-Typen TF 70 und 71 bestimmt. Die wichtigsten Daten sind in **Tabelle 2** zusammengestellt.

Die bisher veröffentlichten Daten des Transistors GFT 20 von Tekade sind nach einem anderen Schlüssel angegeben. Hierbei verwendet man z. B. an Stelle des Eingangswiderstandes h_{11} bei kurzgeschlossenen Ausgang den Widerstand r_{11} bei offenem Ausgang. Man sieht also, wie wichtig hier eine Vereinheitlichung wäre. Die Stromverstärkung dieser Type in Emitterschaltung beträgt > 25, die maximale Kollektorverlustleistung 50 mWatt. Einige weitere Daten brachten wir bereits in der FUNKSCHAU 1955, Heft 8, Seite 163.

Neu im Transistorprogramm von Telefunken sind die beiden Ausführungen OC 603 und OC 604. Der Typ OC 603 gleicht in den Daten dem bereits vorher gefertigten Typ OC 602, jedoch ist das Rauschen wesentlich geringer, so daß er sich für empfindliche Breitband-Nf-Verstärker eignet. Der Transistor OC 604 ist für Endstufen kleinerer Leistung bestimmt. Kennwerte für die Emitterschaltung wurden noch nicht veröffentlicht. Da die Ausführung OC 603 dem bisherigen Typ OC 602 entspricht, seien vergleichsweise hier dessen Daten in Emitterschaltung gegeben:

Verlustleistung	h_{11}	h_{21}	Leistungsverstärkung
50 mW	0,3...1 kΩ	9...20	ca. 15 dB

Auf Seite 224 des vorliegenden Heftes findet sich übrigens das Kennlinienfeld des Telefunken-Transistors OC 601 in Emitterschaltung. Man erkennt daraus, wie sich auch in einem solchen Kennlinienfeld mit Widerstandsgeraden arbeiten läßt.

Über den neuen Valvo-Transistor OC72 vom pnp-Typ berichteten wir ebenfalls bereits in der FUNKSCHAU 1955, Heft 8, Seite 163. Er ist vom pnp-Typ und besonders geeignet für Gegentakt-B-Schaltungen. Ein Beispiel hierfür wurde in Heft 10, Seite 201, veröffentlicht. Kenngrößen für die Emitterschaltung sind noch nicht bekanntgegeben. Wir bringen jedoch hier als **Bild 4** das Kennlinienfeld dieses Transistors. Wesentlich ist, daß für Gegentaktstufen dynamisch abgeglichene Paare unter der Bezeichnung 2 OC 72 geliefert werden.

*

Das Ziel der Transistortechnik ist — neben Spezialanwendungen — vorerst alle Möglichkeiten auf dem Nf-Gebiet auszuschöpfen. Dies wird zur Konstruktion noch höher belastbarer Typen führen. An einen Ersatz von Röhren in Hochfrequenzstufen ist vernünftigerweise noch nicht gedacht. Dagegen ist sehr wohl möglich, daß bei gemischt bestückten Batteriegeräten, wie sie in der FUNKSCHAU 1955, Heft 10, Seite 201, beschrieben wurden, die Anodenbatterie ganz eingespart werden kann. Man formt nämlich in einer Schwingschaltung mit einem Leistungstransistor die niedrige Batteriegleichspannung in höher gespannte Wechselspannung um, richtet sie dann gleich und benutzt die hohe Gleichspannung zur Anodenstromversorgung. Da nur die geringen Ströme für die Vorröhren aufgebracht werden müssen — denn die Nf- und Endstufen arbeiten ohnehin mit den niedrigen Transistor-Betriebsspannungen — lassen sich nach diesem Prinzip vollständige Superhetempfänger aus einer 6-V-Batterie ohne Zerhacker betreiben. Das Haupthindernis für die Einführung dieses Empfängertyps dürfte z. Z. nur noch der höhere Preis für die Transistoren sein.

Für eine Rundfunk-Forschungsanstalt

Auf seiner letzten Sitzung in Bonn faßte der „Arbeitskreis für Rundfunkfragen", ein Zusammenschluß unabhängiger Rundfunkfachleute, folgende einstimmig angenommene Entschließung:

„Die wachsenden Aufgaben der Rundfunk- und Fernsehtechnik, u. a. künftige internationale Neuregelungen in den Wellenbereichen, erfordern eine konzentrierte Zusammenfassung der Arbeiten. Deshalb empfiehlt der Arbeitskreis für Rundfunkfragen den verantwortlichen Instanzen des Bundes, der Länder und der Rundfunkanstalten endlich ein gemeinsames technisches Forschungs- und Entwicklungsinstitut aller Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik und Berlin zu errichten. Der besondere Anlaß dafür ist, daß die Neuordnung des Rundfunkwesens im NWDR-Bereich die kontinuierliche Fortführung der für die gesamte Rundfunk- und Fernsehtechnik unentbehrlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der „Zentraltechnik" des NWDR in Frage stellt. Sie sollten zusammen mit der vom Rundfunktechnischen Institut, Nürnberg, bearbeiteten Aufgaben von einer Forschungsstätte auf Bundesebene übernommen, bis dahin aber unter allen Umständen durch den Nord- und Westdeutschen Rundfunkverband[1]) gesichert werden."

[1]) Dieser Verband ist zur Durchführung gemeinsamer Aufgaben im bisherigen NWDR-Bereich von den beiden neuen Rundfunkanstalten „Westdeutscher Rundfunk Köln" und „Norddeutscher Rundfunk" errichtet worden. Die Fortführung der Arbeiten der Zentraltechnik" ist in diesem Vertragswerk nicht zwingend verankert.

Funktechnische Arbeitsblätter DK 621.317.08:621.396.621.004.15+621.396.822

Die Bestimmung der Grenzempfindlichkeit

Das Arbeiten mit dem Rauschgenerator

Mv 91

3 Blätter

A. Grenzempfindlichkeit und Rauschzahl

1. Definition der Grenzempfindlichkeit[1])

Nach FtA Vs 11/1a ergibt sich, daß im UKW- und Dezimeterbereich mit der Empfindlichkeitsdefinition, die im Lang-, Mittel- und Kurzwellengebiet üblich ist — nämlich Angabe der Eingangsspannung für 50 mW Ausgangsleistung — nicht gearbeitet werden kann. Man benutzt für UKW- und Dezimeterempfänger vielmehr als Beurteilungsmaß die Grenzempfindlichkeit. Diese ist wie folgt bestimmt:

Die Grenzempfindlichkeit ist diejenige Leistung pro Hz Bandbreite, die bei Leistungsanpassung zwischen Antenne und Empfänger dem letzteren von der Antenne zugeführt werden muß, damit sich in der linearen Empfängerschaltung ein Verhältnis von Nutzsignal zu Störsignal gleich 1 ergibt. Für diese Definition wird also die maximale angebotene Leistung der Antenne zu Grunde gelegt, selbst wenn im tatsächlichen Fall eine solche Leistungsanpassung nicht besteht.

Die gewählte Definition hat den Vorteil, daß das Übersetzungsverhältnis des Antennentransformators (ü) oder der Strahlungswiderstand in das Empfindlichkeitsmaß nicht eingehen, denn es wird immer Leistungsanpassung vorausgesetzt.

Die optimal angebotene Antennenleistung N wird durch die Bandbreite Δf dividiert: $N/\Delta f$ (Wsec). Man wählt nun aber für die sehr kleine Energie nicht die Einheit Wsec, sondern kT_0 und bezeichnet sie mit: n

($1\ kT_0 = 4 \cdot 10^{-21}$ Wsec; k = Boltzmannsche Konstante
T = Raumtemperatur 293° C)

n = 5 heißt also, daß bei Leistungsanpassung von der Antenne dem Empfängereingang $5\,kT_0$ oder $20 \cdot 10^{-21}$ Wsec zugeführt werden müssen, damit der Störabstand = 1 ist.

n kann nicht < 1 kT werden, denn die Rausch-EMK eines ohmschen Widerstandes R, z. B. des in jedem Falle notwendigen Antennenwiderstandes, ist:

$$\sqrt{u^2_R} = \sqrt{4kTR\Delta f}$$

Daraus berechnet sich:

a) Die spezifische innere Rauschleistung des Widerstandes

$$\frac{u^2_R}{R} = 4kT\Delta f \text{ (Watt)}$$

oder seine spezifische (innere) Rauschenergie (Leistung × Zeit)

$$\frac{u^2_R}{R} \cdot \frac{1}{\Delta f} \text{ (Wattsec)}$$

Ferner berechnet sich daraus:

b) Die (bei Leistungsanpassung) optimal verfügbare Leistung zu: (s. FtA Wi 02/1a rechte Spalte)

$$\frac{u^2_R}{R} \cdot \frac{1}{4} = kT\Delta f$$

und die optimal verfügbare Leistung je Hertz Bandbreite

$$\frac{u^2_R}{R} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\Delta f} = \frac{u^2_R}{4R\Delta f} = 1\ kT$$

Bei einem idealen Empfänger — ohne Kreis- und Röhrenrauschen, es rauscht lediglich der Strahlungswiderstand der Antenne — würde also $n_0 = 1\ [kT_0]$ sein. Je ungünstiger eine Empfängereingangsschaltung ist, um so größer ist n.

2. Definition der Rauschzahl F

In vielen Fällen wird nicht von Grenzempfindlichkeit n (in kT_0), sondern von der Rauschzahl F gesprochen. Dabei ist F eine Verhältniszahl und man gewinnt sie aus:

$$\frac{\text{Grenzempfindlichkeit } n \text{ im wirklichen Fall}}{\text{Grenzempfindlichkeit } n_0 \text{ im idealen Fall}} \quad \text{also:}$$

$$F = \frac{n\,(kT_0)}{n_0\,(kT_0)}$$

Daher ist der Zahlenwert für n und F für einen gegebenen Fall der gleiche.

F ist eine unbenannte Zahl, und zwar das Verhältnis zweier Leistungen. Deshalb wird F vielfach in dB ausgedrückt. Der Grund ist aber zum Teil auch darin zu suchen, daß die (subjektive) Qualitätsverschlechterung nicht mit dem Zahlenwert von F linear ansteigt.

3. Der Störabstand

Der Störabstand ist das Verhältnis

Nutzsignal u_N : Störsignal u_S

Der Definition der Grenzempfindlichkeit wird ein Störabstand von 1 — das heißt Nutzsignal = Störsignal — zu Grunde gelegt. Beziehung zwischen Grenzempfindlichkeit und Störabstand s. FtA Vs 11/3 a.

B. Meßverfahren zur Bestimmung der Grenzempfindlichkeit

1. Meßbedingungen

Man geht von der Definition der Grenzempfindlichkeit bzw. Rauschzahl aus und führt deshalb dem Meßobjekt von einem Meßsender eine Nutzspannung oder eine Nutzleistung in solcher Größe zu, daß am Ausgang des linearen Teils des Meßobjektes ein Störabstand Q = 1 entsteht.

Da es sich hier um die Addition von Spannungen verschiedener Frequenz und Phase handelt, muß sie geometrisch, d. h. leistungsmäßig erfolgen. Werden einem Widerstand R zwei gleiche Leistungen zugeführt, dann steigt die an ihm gemessene Spannung auf das 1,44fache.

$$U_1^2 = N_1 \cdot R_1; \qquad U^2_{ges} = (N_1 + N_2)\,R = 2 \cdot N_1 \cdot R$$

$$\frac{U^2_{ges}}{U_1^2} = \frac{2N_1}{N_1} : \frac{U_{ges}}{U_1} = \sqrt{2} = 1{,}44$$

[1]) FtA Vs 11/2a

Die Ankopplung zwischen Meßsender und Meßobjekt ist so zu wählen, daß der Anstieg auf das 1,44fache mit dem kleinsten Aufwand an Meßsenderspannung oder -leistung erreicht wird, denn in diesem Fall ist die verlangte Leistungsanpassung zwischen Generator und Verbraucher vorhanden.

2. Messung der Grenzempfindlichkeit mit einem Meßsender

Zu diesem Zweck muß der Meßsender in Watt geeicht sein[2]). Zunächst wird bei zugedrehtem Meßsender die Spannung U_1 bestimmt, die sich am Ausgang des Meßobjektes auf Grund

[2]) Entweder wird die Leistung bei geeichtem Meßsender aus Spannung und bekanntem Innenwiderstand bestimmt. Oder es wird in Abhängigkeit von der Einstellung eines Ausgangs-Spannungsteilers mit einem angepaßten Bolometer die Leistung bestimmt, die von einem angepaßten Verbraucher aufgenommen werden kann.

des Eingangsrauschens einstellt. Der Meßsender wird dann soweit aufgedreht, bis sich der Spannungswert $1{,}44 \cdot U_1$ ergibt. Die dabei abgelesene Leistung am Meßsender ist durch die Empfängerbandbreite zu dividieren. Die Rauschspannung U_1 ergibt sich ja als Integral über die Teilrauschspannungen aller der Frequenzen, die innerhalb der Durchlaßbreite liegen.

Dagegen gibt der Meßsender seine Leistung auf einer diskreten Frequenz ab. Für die Umrechnung der Meßsenderleistung benutzt man die effektive Bandbreite (b_e). Darunter wird die Breite einer rechteckförmigen Durchlaßkurve verstanden, die das gleiche Rauschleistungsintegral wie die dem Meßobjekt eigene Selektionskurve ergibt.

Für die Grenzempfindlichkeit muß also gelten:

$$\text{ist } \frac{U_2}{U_1} = \sqrt{2}\,, \text{ dann ist } \frac{N_2}{b_e \cdot 4 \cdot 10^{-21}} = n$$

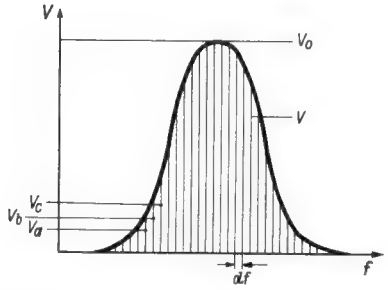


Bild 1. Skizze zur Bestimmung der effektiven Bandbreite

Diese effektive Bandbreite kann in folgender Weise bestimmt werden (Bild 1). Man teilt die Durchlaßkurve in schmale Abschnitte und ersetzt diese durch flächengleiche Rechtecke mit der Höhe V. Die einzelnen Rauschanteile des gesamten Spektrums sind mit der jeweiligen Verstärkung V_a, V_b, V_c zu multiplizieren. Und schließlich ist über alle Anteile der Effektivwert zu bilden.

$$U_{RW} = c \cdot \sqrt{\Sigma V^2 df} \qquad U_{RW} = \text{Rauschspannung für die gegebene Kurve}$$

Nun soll sich aber der gleiche Wert für U_R ergeben, wenn die Durchlaßkurve als Rechteckkurve idealisiert ist. In diesem Fall ist aber:

$$U_{Ri} = c \cdot V_0 \sqrt{b_e} \qquad U_{Ri} = \text{Rauschspannung für die idealisierte Kurve}$$

$$U_{RW} \doteq U_{Ri}; \qquad \text{demnach } c \cdot \sqrt{\Sigma V^2 df} = c \cdot V_0 \cdot \sqrt{b_e}$$

$$b_e = \sum \frac{V^2}{V_0^2} \cdot df$$

Es ist also die relative Durchlaßkurve $\frac{V}{V_0}$ zu quadrieren und dann ist über df zu integrieren, um den Wert für die effektive Bandbreite zu erhalten.

3. Messung der Grenzempfindlichkeit mit einer Rauschdiode

Da die Bestimmung der effektiven Bandbreite b_e, wie sie für das Meßsenderverfahren notwendig ist, Schwierigkeiten bereitet, hat die Empfindlichkeitsmessung mit Rauschdiode die größte Bedeutung.

Man verwendet an Stelle eines Signalgenerators (für eine Frequenz) einen Rauschgenerator, der ein kontinuierliches Spektrum abstrahlt. Über einen sehr großen Frequenzbereich ist jede Frequenz mit gleicher Amplitude vertreten (weißes Rauschen). Aus diesem Spektrum schneidet der Empfänger auf Grund seiner Selektionskurve das gleiche Stück heraus, das auch aus dem Spektrum des rauschenden Antennenwiderstandes entnommen wird.

Somit kann bei der Bestimmung der Grenzempfindlichkeit auf diese Weise die Bandbreite, d. h. die Form der Selektionskurve völlig außer Betracht bleiben. Es sind lediglich die beiden Rauschleistungen (Eigenrauschen und Rauschleistung des Generators) miteinander zu vergleichen.

Ein weiterer Vorteil des Rauschgenerators gegenüber dem Meßsender besteht darin, daß bei letzterem Fehlmessungen infolge Undichtigkeit möglich sind, denn die Gesamtspannung des Meßsenders liegt ja wesentlich höher als die am Ausgang abgenommene. Beim Rauschgenerator dagegen wird nur die Spannung erzeugt, die benötigt wird.

C. Der Rauschgenerator

1. Grundeigenschaften der Rauschdiode

Als Rauschgenerator wird eine Diode benutzt, die im Sättigungsgebiet betrieben werden kann! In diesem Fall gehen alle von der Katode emittierten Elektronen zur Anode, es bildet sich keine Raumladung und der Anodenstrom ist oberhalb einer bestimmten Anodenspannung von dieser unabhängig (Bild 2). Dann besitzt die Diode einen unendlich großen Innenwiderstand. Schaltet man eine solche Rauschdiode parallel zu ihrem Arbeitswiderstand (zum Empfängereingang), so wird dieser in keiner Weise beeinflußt, denn der sich parallel schaltende Innenwiderstand der Rauschdiode ist eben unendlich groß.

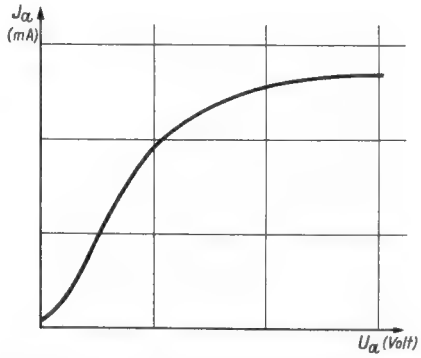


Bild 2. I_a/U_a-Kennlinienfeld einer Rauschdiode mit Sättigungscharakter

Die gesättigte Diode besitzt einen definierten und genau angebbaren Rauschstrom (siehe FtA Rö 81/2; Abschnitt A 4a).

Das Rauschen entsteht durch die Ungleichförmigkeit des Austritts der Elektronen aus der Katode. Die Zahl der Elektronen, die von der Katode zur Anode übergehen, ist in der einen Zeiteinheit größer, in einer anderen kleiner als dem Durchschnittswert entspricht, d. h. dem Anodengleichstrom ist ein Schwankungsstrom überlagert.

Das Spektrum dieses Schwankungsstromes erstreckt sich mit konstanter Intensität von den tiefsten bis zu sehr hohen Frequenzen. Erst im Bereich über 100 MHz tritt mit steigender Frequenz eine Abnahme des Schrotrauschens ein. Abgesehen von dieser Abschwächung bei den höchsten Frequenzen wird also in jedem Frequenzabschnitt Δf gleicher Größe, unabhängig von der mittleren Frequenz, immer der gleiche Rauschstrom erzeugt.

Man rechnet normalerweise beim Röhrenrauschen nicht mit einer Rausch-EMK, sondern mit einer Rauscheinströmung. Damit ergibt sich die allgemeine Formel für den Schrotstrom einer gesättigten Entladung, bei der also alle aus der Katode austretenden Elektronen zur Anode übergehen (keine Raumladung, keine Stromverteilung).

$$i_{rs}^2 = 2\,e\,I_{as} \cdot \Delta f \qquad \begin{bmatrix} e = \text{Elementarladung} \\ I_{as} = \text{gesättigter Anodenstrom} \end{bmatrix} \qquad (1)$$

$$\underset{(\mu A)}{i_{rs}^2} = 0{,}00056 \cdot \sqrt{\underset{(mA)}{I_{as}} \cdot \underset{(kHz)}{\Delta f}} \qquad (2)$$

Nachdruck verboten!

2. Ersatzschaltung

Man geht von dem Stromquellen-Ersatzschaltbild einer Röhre aus, da sich der Rauschstrom als Kurzschluß-Rauschstrom i_K nach Formel (1) oder (2) bestimmt (Bild 3). In ihm kann R_i vernachlässigt werden ($R_i = \infty$) (Bild 3a). Die volle Kurzschlußeinströmung arbeitet also auf R_a (Bild 3b). Für die Bestimmung der Grenzempfindlichkeit ist demnach die Ersatzschaltung von Bild 4 gültig.

G_A entspricht dem R_a von Bild 3 und ersetzt in der Empfindlichkeitsmeßschaltung den Antennenwiderstand R_A.
G_E ist der Leitwert der Empfängereingangsschaltung.

3. Grundformel für die Empfindlichkeitsbestimmung

Bei Anpassung ($G_A = G_E$) ist die nach Bild 4 an den Eingang (G_E) abgegebene Leistung N

$$N = \frac{i_{rs}^2}{4G_A} = \frac{2e \cdot I_{as} \cdot \Delta f}{4G_A} \qquad (3)$$

$$\frac{N}{\Delta f} = \frac{2e\, I_{as}}{4G_A}$$

$$n = \frac{2e \cdot I_{as}}{4G_A \cdot 4 \cdot 10^{-21}} = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{19} \cdot I_{as}}{4 \cdot G_A \cdot 4 \cdot 10^{-21}} = \frac{20 \cdot I_{as}}{G_A}$$

$$n = \frac{0{,}02 \cdot I_{as}}{G_A} = 0{,}02 \cdot I_{as} \cdot R_A \qquad (4)$$

$$\begin{bmatrix} I_{as} \text{ in mA} \\ G_A \text{ in } 1/\Omega \end{bmatrix} \qquad [R_A \text{ in } \Omega]$$

Bild 5 und 5a zeigen im Diagramm den Verlauf von n (bzw. F) über dem Anodenstrom der Rauschdiode für verschiedene Anpassungswiderstände R_A. In Bild 5 sind n und F in Absolutzahlen, in Bild 5a in dB angegeben.

4. Grenzen und Fehlerquellen bei der Verwendung der Rauschdiode

a) Leistungsgrenze

Die höchste Grenzempfindlichkeit n_{max}, die direkt gemessen werden kann, bestimmt sich aus dem max. Anodenstrom $I_{as\,max}$ bzw. der max. Anodenbelastung und dem max. möglichen Antennenwiderstand $R_{A\,max}$

$$n_{max} = 0{,}02 \cdot I_{as\,max} \cdot R_{max}$$

Der Anodenstrom ist bei einem gegebenen System dadurch begrenzt, daß die max. Anodenverlustleistung nicht überschritten werden darf und daß mit Rücksicht auf die Kapazität das System also die Anodenbelastung nicht beliebig vergrößert werden kann.

Erhöhung des Meßbereiches. Sind Eingangsschaltungen mit höherer Rauschzahl zu messen, dann kann — natürlich mit geringerer Genauigkeit — auf folgende Weise vorgegangen werden:

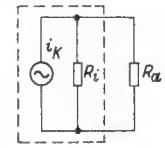


Bild 3. Kurzschluß-Ersatzschaltbild einer Röhre

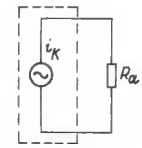


Bild 3a. Kurzschluß-Ersatzschaltbild einer Rauschdiode ($R_i = \infty$)

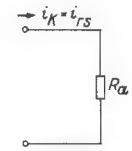


Bild 3b. Kurzschluß-Rauscheinströmung auf R_a

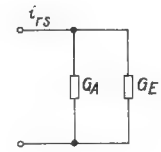


Bild 4. Prinzipschaltung zur Bestimmung der Grenzempfindlichkeit
$1/G_A$ = Antennenstrahlungswiderstand, bzw. für die Rauschmessung der Arbeitswiderstand der Rauschdiode
G_E = Empfängereingangs-Leitwert

Der Rauschgenerator wird soweit wie möglich aufgedreht und die dazugehörige Rauscherhöhung A am Ausgang des linearen Teils des Empfängers gemessen.

A ist das Verhältnis zwischen der Rauschspannung mit eingeschalteter Rauschdiode zur Rauschspannung ohne Rauschdiode

$$A = \frac{U_{Rm}}{U_{Ro}}$$

U_{Rm} = Rauschspannung mit geheizter Rauschdiode
U_{Ro} = Rauschspannung bei kalter Rauschdiode

Für A ergeben sich also kleinere Werte als $\sqrt{2}$. Die Grenzempfindlichkeit n errechnet sich aus folgender Formel:

$$n = \frac{0{,}02 \cdot I_{as} \cdot R_A}{A^2 - 1}$$

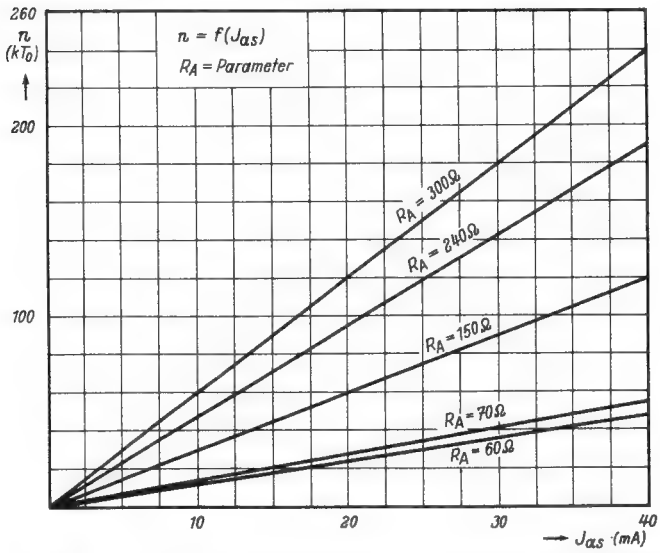


Bild 5. $n = f(I_{as})$; R_A = Parameter, Empfängereingang an R_A angepaßt

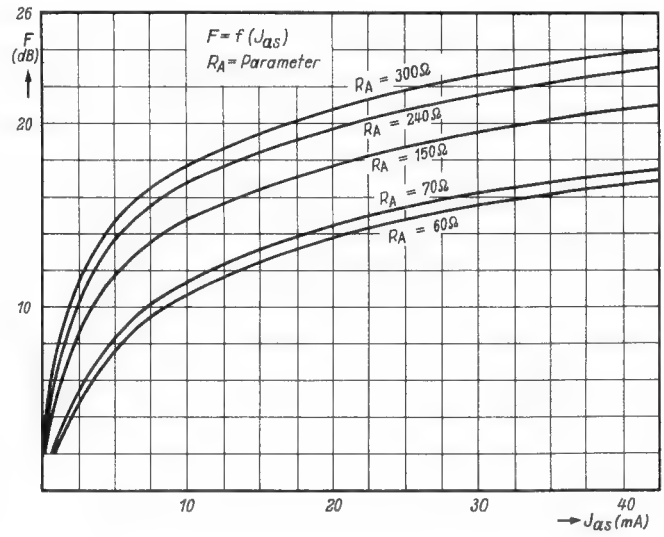


Bild 5a. $F = f(I_{as})$: R_A = Parameter; F in dB.

Getastete Rauschdiode. Höhere Anodenströme, und damit höhere Rauschströme sind zu erzielen, wenn die Rauschdiode getastet, also nur kurzzeitig belastet wird. Hierbei ist erforderlich, daß die Impulsspitzen der Rauschspannung am Ausgang des Empfängers gemessen werden, indem man sie z. B. synchron mit der Tastspannung auf dem Schirm einer Braunschen Röhre aufzeichnet. Ferner muß geprüft werden, ob der Empfänger bis zur Impuls-Spitzen-Rauschspannung linear arbeitet.

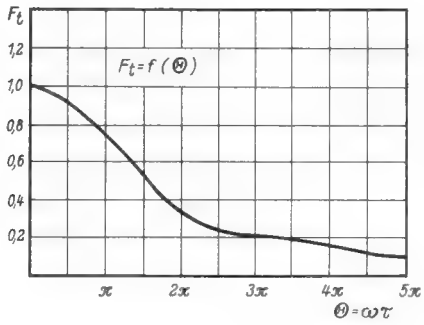


Bild 6. Berücksichtigung der Elektronenlaufzeit in der Rauschformel

b) Frequenzgrenze

Bei sehr hohen Frequenzen tritt durch den Laufzeiteffekt eine Minderung des Schrotrauschens ein. Dieser Einfluß wird dadurch erfaßt, daß in Gl. (1) ein Faktor F_t ($\leqq 1$) eingeführt wird.

$$i_{rs}^2 = 2e\, I_{as} \cdot F_t \cdot \Delta f$$

F_t ist in Bild 6 für ein konzentrisches System und für eine im Vergleich zum Anodendurchmesser dünne Katode angegeben[3]).

Betrachtet man ein $F_t = 0{,}7$ noch gerade als zulässig, so ergibt sich ein Laufzeitwinkel $\Theta = \omega\tau = \pi$. Daraus bestimmt sich die Grenzfrequenz

$$\omega_{gr} = \frac{\pi}{\tau} \qquad f_{gr} = \frac{\pi}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\tau} \qquad \left[\begin{array}{l}(\tau = \text{Laufzeit}\\ \text{s. FtA. Rö 01/1})\end{array}\right].$$

c) Berücksichtigung der Zuleitungsinduktivität und Diodenkapazität

Bei sehr hohen Arbeitsfrequenzen sind die Kapazität des Systems C_1 und die Zuleitungsinduktivität L_1 zu berücksichtigen. Wie Bild 7 zeigt, entsteht eine Serienresonanz, deren Folgen sind:

Die im System (also an C_1) entstehende Rauscheinströmung gelangt nicht direkt, sondern durch C_1—L_1 transformiert an den Empfängereingang. Dadurch würde man zu niedrige n-Werte messen. Zur Errechnung der wirklichen Grenzempfindlichkeit dient die Beziehung:

$$n = \frac{0{,}02 \cdot I_{as} \cdot R_A}{1 - \frac{f^2}{f_0^2}} \qquad \begin{array}{l} f = \text{Arbeitsfrequenz} \\ f_0 = \text{Serienresonanzfrequenz von} \\ \quad C_1\text{—}L_1 \end{array} \qquad (5)$$

Bei gleicher Rauscheinströmung würde man also — ohne diese Korrektur — zu niedrige n-Werte messen.

Dem Empfängereingang schaltet sich nicht — wie im Idealfall bei längeren Wellen — der Widerstand ∞, sondern der durch die Serienschaltung gegebene Widerstand parallel.

Eine Erklärung für diese Transformation (Formel 5) ergibt sich in einfacher Weise folgendermaßen:

Durch die Rauschquelle wird der Schaltung eine bestimmte Leistung zugeführt, diese wird durch die Spannung an C_1 und die Einströmung $\mathfrak{J}_1$ verkörpert. Bei einem Serienkreis ist die Spannung an den Klemmen jedes einzelnen Schwingkreiselementes größer als an deren Serienschaltung. Da ferner die Transformation als verlustlos angesehen werden kann, muß also an Z_2 die Spannung kleiner, der Strom größer sein.

[3]) Aus Electr. Appl. Bull., Bd. 15, März. 54, (S. 30)

Für den Rechnungsgang benutzt man die Darstellung nach FtA Mth 81 und Bild 8.

$$\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{Y}_1 \cdot \mathfrak{U}_1 + \mathfrak{Y}_2 \cdot \mathfrak{U}_2$$
$$-\mathfrak{J}_2 = -\mathfrak{Y}_3 \cdot \mathfrak{U}_1 - \mathfrak{Y}_4 \cdot \mathfrak{U}_2$$

für Kurzschluß an 3,4 zur Bestimmung der Kurzschlußeinströmung $-\mathfrak{J}_{2K}$ ist

$$\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{Y}_1 \cdot \mathfrak{U}_1 \qquad -\mathfrak{J}_{2K} = \frac{-\mathfrak{Y}_3 \cdot \mathfrak{J}_1}{\mathfrak{Y}_1}$$
$$-\mathfrak{J}_{2K} = -\mathfrak{Y}_3 \cdot \mathfrak{U}_1$$

$$\left.\begin{array}{l} -\mathfrak{Y}_3 = \mathfrak{g}_3 = \dfrac{1}{j\omega L_1} \\ \mathfrak{Y}_1 = \mathfrak{g}_1 + \mathfrak{g}_3 = j\omega C_1 + \dfrac{1}{j\omega L_1} \end{array}\right\} \text{nach FtA Mth 81/3a Tab. 3a}$$

$$-\mathfrak{J}_{2K} = \mathfrak{J}_1 \frac{1}{j\omega L_1 \left(j\omega C_1 + \frac{1}{j\omega L_1}\right)} = \mathfrak{J}_1 \frac{1}{1 - \omega^2 L_1 C_1}$$

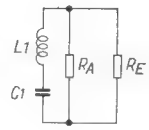


Bild 7. Serienresonanz gebildet aus der Kapazität der Rauschdiode C_1 und der Zuleitungsinduktivität L_1

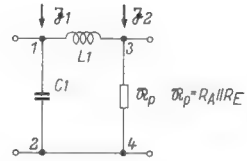


Bild 8. Bestimmung von $\mathfrak{J}_2$, der Rauscheinströmung am Empfängereingang. $\mathfrak{J}_1$ ist die Rauscheinströmung der Rauschdiode für gegebenen Anodenstrom

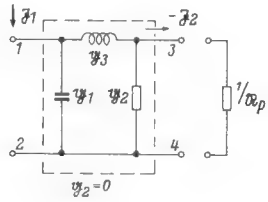


Bild 8a. Umformung von Bild 8 in ein π-Glied

Nach Formel 1 ist $i^2_{rs} \sim I_{as}$, also ist $\mathfrak{J}_{2K}$ zu quadrieren

$$(-\mathfrak{J}_{2K})^2 = \mathfrak{J}_1^2 \left[\frac{1}{1 - \omega^2 L_1 C_1}\right]^2 = \mathfrak{J}_1^2 \left[\frac{1}{1 - \frac{\omega^2 L_1 C_1}{\omega_0^2 L_1 C_1}}\right]^2$$

$$= \mathfrak{J}_1^2 \frac{1}{\left(1 - \frac{f^2}{f_0^2}\right)^2} \qquad f_0 = \text{Serienresonanz für } L_1 C_1$$

Folglich ist:

$$n = \frac{0{,}02 \cdot I_{as}}{g_A \left(1 - \frac{f^2}{f_0^2}\right)^2} \qquad (5)$$

Nachdruck verboten!

d) Einfluß der Spiegelwellenselektion

Wenn auch das Arbeiten mit der Rauschdiode im Verhältnis zur Empfindlichkeitsbestimmung mit einem Meßsender recht einfach ist, so ist in einem Punkt doch besondere Sorgfalt erforderlich. Ist die Spiegelselektion im Eingang ungenügend, dann wird die Rauschzahl zu klein gemessen. Das ergibt sich durch folgende Überlegung:

Bei Bild 9 (gute Spiegelselektion) ist a die Durchlaßkurve des Eingangskreises, b die Zf-Durchlaßkurve. Nur die Frequenzen innerhalb des gestrichelten Bereiches fallen in die Zf-Durchlaßkurve und werden also vom Empfänger aufgenommen. Das gleiche gilt für das kontinuierliche Spektrum c der Rauschdiode. Auch hier wird nur der gestrichelte Teil des Rauschspektrums verstärkt.

In Bild 10 ist schlechte Spiegelselektion angenommen. Man sieht hier, daß im Rauschspektrum zwei Bereiche vorhanden sind, die nach Umsetzung durch f_0 in das Zf-Band fallen.

Infolge der Resonanzüberhöhung erscheinen die Frequenzen von Bereich 1 mit voller Amplitude, die von Bereich 2 mit kleinerer. Grob gesprochen wird also (wie im Beispiel Bild 10

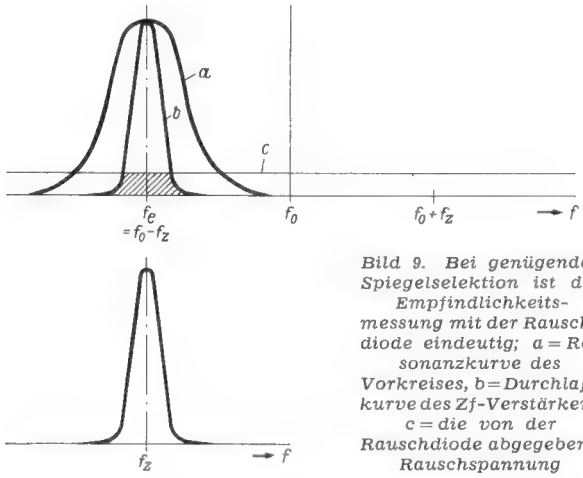


Bild 9. Bei genügender Spiegelselektion ist die Empfindlichkeitsmessung mit der Rauschdiode eindeutig; a = Resonanzkurve des Vorkreises, b = Durchlaßkurve des Zf-Verstärkers, c = die von der Rauschdiode abgegebene Rauschspannung

gezeigt) die durch die Rauschdiode erzeugte Rauscheinströmung (bei schlechter Selektion) fast verdoppelt. Dagegen bleibt in beiden Fällen (gute oder schlechte Selektion) die Rauscheinströmung durch die Röhre nahezu unverändert. Lediglich das Rauschen des Eingangskreises erhöht sich, denn wie Bild 10 zeigt, gibt es innerhalb seiner Durchlaßkurve zwei Gebiete, die zusammen mit f_0 in das Zwischenfrequenzband fallen. Da aber das Röhrenrauschen die ausschlaggebende Rolle spielt, kann dieser Zuwachs an Kreisrauschen in erster Näherung vernachlässigt werden.

Liegt eine schlechte Spiegelselektion, wie in Bild 10 gezeigt, vor, dann ist n nach folgender Formel zu bestimmen:

$$n = 0{,}02 \cdot I_{as} \cdot R_A \left(1 + \left(1 + \frac{1}{a}\right)\right)$$

a ist das Verhältnis der Empfindlichkeit auf der Empfangswelle zur Empfindlichkeit auf der Spiegelwelle:

$$a = \frac{U_E^2}{U_{Sp}^2}$$

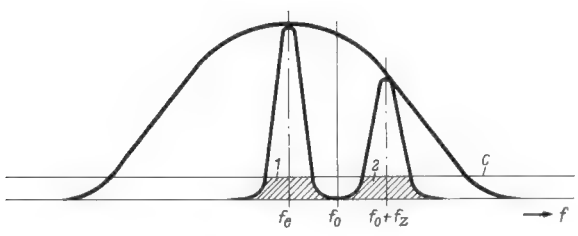


Bild 10. Bei schlechter Spiegelselektion bildet sich im Zf-Verstärker eine höhere Rauschspannung. Sowohl die Rauschfrequenzen von Bereich 1 als auch die von Bereich 2 erzeugen eine Zf-Rauschspannung

5) Aufbau des Rauschgenerators

Hierfür ist eine Diode erforderlich, die ein ausgeprägtes Sättigungsgebiet aufweist. Die dafür notwendige Anodenspannung soll unter 200 V liegen. Die Laufzeit der Elektronen, das heißt der Elektrodenabstand soll klein genug sein, damit die Rauschdiode bis zu hohen Frequenzen verwendbar ist. Die Impedanz der Rauschdiode soll genügend groß sein, um Dämpfung des

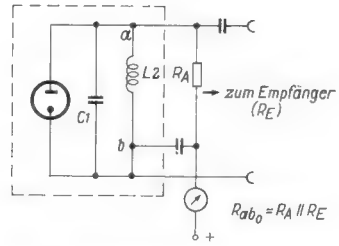


Bild 11. Kompensation von C_1 durch L_2

zu messenden Empfängers bei hohen Frequenzen zu vermeiden, außerdem soll sie reell sein. Die letztere Forderung läßt sich unter anderem durch Neutralisation (mit einer Induktivität) erfüllen (Bild 11). Die aus L_2 und C_1 gebildete Serienresonanz ist durch den niederohmigen Wert von R_{ab_0} stark gedämpft und somit sehr breit. Die sich ergebende Bandbreite läßt sich in folgender Weise bestimmen.

$$\Delta\omega = \frac{1}{C \cdot R_{ab_0}} \quad \text{(s. FtA Sk 01/1)}$$

z. B. ergibt sich für eine Kapazität der Rauschdiode von 5 pF und einen Arbeitswiderstand $R_A \parallel R_E$ von 150 Ω

$$\Delta\omega = \frac{1}{C \cdot R_{ab_0}} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-12} \cdot 150} = 1{,}33 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$

$$\Delta f = 210 \text{ MHz}$$

Bild 12 und 13 zeigen zwei Prinzipschaltungen und den Einbau einer Rauschdiode in eine konzentrische Leitung.

Man sieht, daß in allen Fällen die Rauschdiode auf den Widerstand R_A arbeitet, der an R_E angepaßt ist. In Bild 13 wird R_A durch einen Schichtwiderstand am Ende der konzentrischen Leitung gebildet. Die Heizzuführungen sind verdrosselt, bei der konzentrischen Leitung benutzt man für die Hf-Verblockung Durchführungs- oder Verklatschungskondensatoren. Es empfiehlt sich, nach Bild 12 die zur Einstellung des Anodenstromes notwendige Regelung der Heizspannung auf der Primärseite des Heiztransformators vorzunehmen, da dann der Regelwiderstand nur für kleinere Ströme bemessen zu sein braucht.

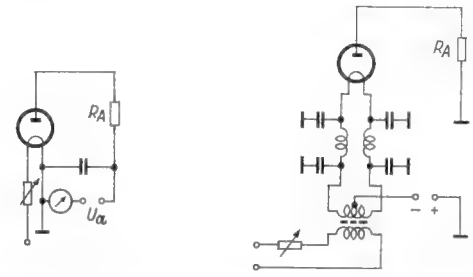


Bild 12. Prinzipschaltungen für eine Rauschdiode

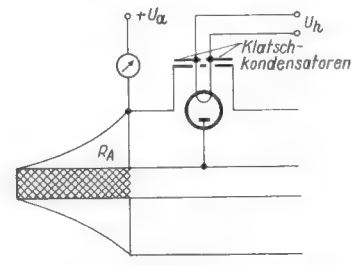


Bild 13. Einbau einer Rauschdiode in eine konzentrische Leitung

D. Bestimmung der Rauschzahl

1) Quadratisch anzeigendes Meßinstrument

Der notwendige Meßaufbau ist in Bild 14 dargestellt. Es sind erforderlich:

Rauschgenerator
zu prüfende Schaltung oder Röhre
linearer Breitbandverstärker
quadratisch arbeitendes Anzeigeinstrument (Thermoinstrument)

Bild 14. Blockschaltbild für eine Rauschgenerator-Meßanordnung

Die Messung der Grenzempfindlichkeit geschieht dann in folgender Weise:

a) Bei abgetrennter Prüfschaltung wird das Rauschen des linearen Verstärkers bestimmt. Der dabei festgestellte Ausschlag am Instrument sei α_1
b) Bei Anschalten des Prüflings erhöht sich der Ausschlag auf α_2
c) Die Rauschleistung des Prüflings wird also durch den Ausschlag $\alpha_2 - \alpha_1 = \Delta\alpha$ angezeigt
d) Der Rauschgenerator wird eingeschaltet und soweit aufgedreht, bis am Meßinstrument der Wert $\alpha_3 = \alpha_1 + 2 \cdot \Delta\alpha$ abgelesen wird. Die bei dieser Einstellung am Rauschgenerator angegebene kT-Zahl ist die Grenzempfindlichkeit des Prüflings.

2) Linear anzeigendes Meßinstrument

Die Grenzempfindlichkeit wird wie folgt bestimmt:

a) Bei abgetrennter Prüfschaltung ergibt das Verstärkerrauschen den Ausschlag α_1
b) Bei Anschalten des Prüflings steigt der Ausschlag auf α_2
c) In diesem Fall (spannungsproportionaler Ausschlag des Meßinstrumentes) ist die Rauschleistung des Prüflings gegeben durch: $\alpha_2^2 - \alpha_1^2 = (\Delta\alpha)^2$
d) Der Rauschgenerator ist dann bis zu dem Wert α_3 (am Meßinstrument) aufzudrehen, wobei α_3 gegeben ist durch:

$$\alpha_3 = \sqrt{2(\Delta\alpha)^2 + \alpha_1^2}$$

Die Anzeige am Rauschgenerator gibt die Grenzempfindlichkeit des Prüflings an.

3) Sehr kleine Rauschzahlen

Sehr niedrige Rauschzahlen sind am Rauschgenerator schlecht und ungenau abzulesen. Hier empfiehlt sich folgendes Vorgehen, dabei wird ein linear anzeigendes Meßinstrument zu Grunde gelegt:

a) Das Rauschen des Verstärkers ergibt den Ausschlag α_1
b) Rauschen des Prüflings + Verstärkerrauschen gibt den Ausschlag α_2
c) Die Rauschleistung des Prüflings ist wieder bestimmt durch:

$$\alpha_2^2 - \alpha_1^2 = (\Delta\alpha)^2$$

d) Zu der Rauschleistung des Prüflings $(\Delta\alpha)^2$ addiert man nicht wie in Fall D_1 und D_2 eine Rauschleistung des Rauschgenerators in gleicher Höhe, sondern in dreifacher Höhe. Der Rauschgenerator ist also aufzudrehen bis sich der Ausschlag α_3 ergibt.

$$\alpha_3 = \sqrt{3 \cdot (\Delta\alpha)^2 + (\Delta\alpha)^2 + \alpha_1^2}$$

$$\alpha_3 = \sqrt{4(\Delta\alpha)^2 + \alpha_1^2}$$

Der am Rauschgenerator abgelesene Wert ist durch 3 zu teilen, um die Grenzempfindlichkeit des Prüflings zu erhalten. Der Vorteil dieses Verfahrens D_3 besteht in besserer Ablesbarkeit am Rauschgenerator und am Meßinstrument. Außerdem wird der Ablesefehler durch die Division verkleinert.

Schrifttum:

H. Rothe und W. Kleen, Elektronenröhren als Anfangsstufen-Verstärker; Akad. Verlagsgesellschaft Becker u. Erler, Leipzig 1944, S. 358.

K. Fränz, Messung der Empfängerempfindlichkeit bei kurzen elektrischen Wellen, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Bd. 50 (1942) S. 107.

W. Pöhlmann, Der Rauschgenerator als Hilfsmittel bei der Empfängerentwicklung, Rohde & Schwarz-Mitteilung Nr. 2/1952, S. 85.

L. Ratheiser und W. Kleen, Grenzempfindlichkeit und Störabstand von Verstärkerstufen bei Verwendung gittergesteuerter Hf-Verstärkerröhren, Telefunken RöE Bericht 123, 1943.

H. Schweitzer, UKW-Rauschgenerator, FUNKSCHAU 1952, Heft 1, S. 8.

G. Rösler, Noise measurements by means of the noise diode K 81 A, Electr. Applicat. Bullet. 1954, Nr. 3, S. 29.

Funktechnische Arbeitsblätter, Rö 81, Das Rauschen von Röhre und Schaltung – Formeln für das Rauschen von ohmschen Widerständen und für das Schrotrauschen; Franzis-Verlag München.

Funktechnische Arbeitsblätter, Vs 11, Grenzempfindlichkeit einer Eingangsstufe im UKW- und Dezimeterbereich; Franzis-Verlag München.

Nachdruck verboten!

Technik der elektrischen Wellen, Schwingungen und Impulse

621.37	Technik der elektrischen Wellen, Schwingungen und Impulse
621.371	Ausbreitung elektrischer Schwingungen im freien Raum
621.372	Geleitete Ausbreitung elektrischer Schwingungen — Allgemeines
621.372.2	Leitungstheorie
621.372.21	Theorie der homogenen Leitung
621.372.211	— mit induktiver Belastung
621.372.22	Theorie der inhomogenen Leitung
621.372.221	— mit punktweiser induktiver Belastung (Spulenleitung)

Zweipole

621.372.4	Zweipole
372.41	Passive Zweipole, enthaltend Kapazität und Induktivität, mit und ohne Widerstand (z. B. Schwingungskreise)
372.412	— mit Kristallresonatoren
372.413	— mit Hohlraumresonatoren
372.414	— mit Leitungsresonatoren (z.B. Lecherdrähte)
372.43	Passive Zweipole zur Impedanzeinstellung oder -anpassung. Korrektionsglieder
372.44	Nichtlineare passive Zweipole
372.45	Aktive Zweipole

Vierpole

621.372.5	Vierpole
372.51	Anpassungsvierpole
372.512	Anpassungsvierpole als Kopplungskreise
372.512.2	Aperiodische Kopplung
372.512.22	Widerstandskopplung, galvanische Kopplung
372.512.23	Kapazitive Kopplung
372.512.24	Induktive Kopplung
372.512.25	Spartransformator-Kopplung
372.512.26	Aperiodische Transformator-Kopplung
372.512.3	Kopplung durch Resonanzkreise
372.52	Vierpole in Rückkopplungskreisen (siehe auch 373.421 Rückgekoppelte Schwingungserzeuger und 375.13 Rückgekoppelte Verstärker)
372.522	Vierpole zur Spannungsrückkopplung
372.523	Vierpole zur Stromrückkopplung
372.524	Vierpole zur gemischten Kopplung
372.53	Vierpole in Gegentaktschaltungen

Filter

621.372.54	Vierpole als Filter (Frequenzfilter)
372.542	Filter mit einer Grenzfrequenz
372.542.2	Tiefpaßfilter
372.542.21	Symmetrische Kettenleiter
372.542.22	Brückenfilter
372.542.29	Sonstige Filterarten
372.542.3	Hochpaßfilter
372.542.4	Frequenzweichen
372.543	Filter mit zwei Grenzfrequenzen
372.543.2	Bandpaßfilter
372.543.3	Bandsperrfilter
372.544	Filter mit mehr als zwei Grenzfrequenzen
372.544.2	Mehrfach-Bandpaßfilter
372.544.3	Mehrfach-Bandsperrfilter
372.55	Vierpole als Entzerrer
372.552	Amplitudenentzerrung (Dämpfungsentzerrung)
372.553	Phasenentzerrung (Laufzeitentzerrung)
372.56	Vierpole als frequenzunabhängige Dämpfungsglieder
372.57	Aktive Vierpole. (Für Verstärker siehe 621.375)

Vielpole, Hohlraumleiter

621.372.6	Vielpole
372.62	Passive Vielpole
372.622	Mischschaltungen, Regieschaltungen
372.63	Aktive Vielpole
372.632	Frequenz-Wandler
372.8	Hohlraumleiter (weitere Unterteilungen werden laufend ausgearbeitet)

Schwingungs- und Impulserzeuger, allgemein

621.373	Elektrische Schwingungs- und Impulserzeuger
373.1	Elektromechanische und andere röhrenlose Schwingungserzeuger
373.2	Funken-Schwingungserzeuger
373.3	Lichtbogen-Schwingungserzeuger
373.4	Schwingungserzeuger mit Elektronenröhren

Schwingungserzeuger für sinusförmige Wellen

621.373.42	Schwingungserzeuger für sinusförmige Wellen
373.421	Rückgekoppelte Schwingungserzeuger
373.421.1	Abgestimmter Kreis
373.421.11	— mit elektrischen Schwingungskreisen aus Spulen und Kondensatoren
373.421.12	— mit mechanischen Schwingungskreisen (z. B. Stimmgabel)
373.421.13	— mit elektrostriktiven Elementen
373.421.14	— mit abgestimmten Leitungen (z. B. Lecherdrähten, Hohlraumresonatoren)
373.422	Schwingungserzeuger mit negativem Widerstand
373.423	Schwingungserzeuger mit Laufzeitröhren
373.424	Schwebungssummer

Schwingungserzeuger für nichtsinusförmige Wellen

621.373.43	Schwingungserzeuger für nichtsinusförmige Wellen (Kippgeneratoren)
373.431	Schaltungen mit Hochvakuumröhren
373.431.1	Multivibrator
373.431.2	Sperrschwinger
373.432	Schaltungen mit gasgefüllten Röhren
373.44	Impulsgeneratoren mit willkürlicher Auslösung
373.442	Schwingungserzeuger, die vor der Auslösung unter der Selbsterregungsgrenze liegen
373.443	Schwingungserzeuger, die mit gesättigten Kreisen arbeiten
373.444	Einmalig kippende Schaltungen. Willkürlich ausgelöste Zeitablenkung
373.444.1	Willkürlich ausgelöste Zeitablenkschaltungen
373.5	Schwingungserzeuger mit Kristallröhren
373.51	— mit Kristalldioden
373.52	— mit Kristalltrioden (Schwingungserzeuger mit Transistoren)

Impulsverfahren

621.374	Impulsverfahren. Frequenzvervielfacher und Frequenzteiler
374.3	Impulsbetätigte Schaltungen
374.32	Zählschaltungen
374.33	Zeitwählschaltungen
374.34	Amplitudenbegrenzer
374.35	Schaltungen zur Pegelfestlegung bei Impulsgeneratoren (clamping-Schaltungen)
374.4	Frequenzvervielfacher und -teiler
374.42	— mit synchronisierten Schwingungserzeugern
374.43	— mit rückkoppelndem Modulator
374.44	— mit Impulsgeneratoren
374.5	Impuls-Verzögerungsschaltungen

Verstärker

621.375	Verstärker
375.1	Verstärker im allgemeinen, Theorie und besondere Eigenschaften, unabhängig von der Art der Verstärker
375.12	Unterteilung nach der Kopplungsart
375.121	Breitbandkopplung
375.121.1	— durch Teilabstimmung (staggered tuning)
375.121.2	— durch Kopplung mit künstlichen Leitungen
375.122	Widerstandskopplung
375.123	Widerstands-Kapazitätskopplung
375.124	Induktive Kopplung
621.375.125	Transformator- und Spartransformatorkopplung
375.126	Kopplung durch Resonanzkreise
375.127	Gegentaktverstärker
375.13	Rückkopplungsverstärker
375.132	— mit negativer Rückkopplung
375.132.2	— mit geerdeter Katode
375.132.3	— mit Nutzwiderstand im Katodenkreis (Katodenverstärker)
375.132.4	— mit geerdetem Gitter
375.132.9	Sonstige Arten von rückgekoppelten Verstärkern
375.133	— mit positiver Rückkopplung
375.134	Kombination von positiver und negativer Rückkopplung
375.2	Röhrenverstärker
375.3	Magnetische Verstärker
375.4	Kristallverstärker (Transistor)
375.5	Dielektrische Verstärker
375.6	Mechanische Verstärker
375.67	— mit Relais
375.68	— mit rotierenden Teilen
375.9	Andere Arten von Verstärkern

Amplituden- und Freqenzmodulation

621.376	Modulation und Demodulation. Verfahren und Geräte
376.2	Amplitudenmodulation und -demodulation
376.22	Modulatoren
376.222	Modulatoren mit Elektronenröhren
376.223	Modulatoren mit Sperrschichtgleichrichtern
376.23	Amplituden-Demodulatoren
376.232	— mit Elektronenröhren
376.232.2	— mit Dioden
376.233	— mit Kristall-Detektoren
376.234	— mit Trockengleichrichtern
376.239	— mit sonstigen Detektoren
376.3	Frequenzmodulation und -demodulation
376.32	Modulatoren
376.33	Demodulatoren
376.332	Diskriminatoren
376.333	Ratio-(Verhältnis-)Detektoren

Phasen- und Impulsmodulation

621.376.4	Phasenmodulation und -demodulation
376.5	Impulsmodulation und -demodulation
376.52	Tastmodulation und -demodulation
376.53	Impulsamplitudenmodulation und -demodulation
376.54	Impulsbreitenmodulation und -demodulation
376.55	Impulsphasenmodulation und -demodulation
376.56	Impulscodemodulation und -demodulation
376.6	Mehrfachmodulation
376.9	Sonstige Arten von Modulation und Demodulation

Antennen

621.396.67	Antennen-Systeme. Für die mechanische Konstruktion der Antennen: Unterteilung durch Doppelpunktverbindung mit 624.074 „Räumliche Tragwerke".
621.396.673	Unsymmetrische Antennen. Antennen mit Erdung oder Gegengewicht
621.396.674	Symmetrische Antennen. Dipole und Rahmenantennen ohne bestimmte Richtwirkung
396.674.1	Rahmenantennen. Schleifenantennen
396.674.3	Dipole
396.674.31	Faltdipole
396.674.33	Konische Dipole
396.674.35	Koaxiale Dipole
396.674.37	Ringantennen
396.674.39	Drehfeldantennen
396.676	Spezialantennen für Landfahrzeuge, Schiffe, Luftfahrzeuge
396.676.2	Antennen, bei denen das Fahrzeug selbst einen Teil der Antenne bildet

Richtantennen

621.396.677	Richtantennen. Antennen mit bestimmter Richtwirkung
396.677.3	Beam-Richtantennen
396.677.31	Querstrahler
396.677.32	Längsstrahler
396.677.33	Gleichachsige Anordnungen
396.677.4	Langdrahtantennen. Wellenantennen
396.677.41	Am Ende abgeschlossene Langdrahtantennen
396.677.43	Rhombusantennen
396.677.44	Invertierte V-Antennen
396.677.45	Spulenantennen. Wendelantennen
396.677.47	Abgestimmte V-Antennen
396.677.5	Rahmenantennen
396.677.51	Peilrahmen
396.677.53	Verbindung von Rahmen- und Vertikalantennen
396.677.55	Sonderausführungen von Rahmenantennen
396.677.6	Adcock-Antennen
396.677.7	Wellenleiter- und Hohlraumstrahler
396.677.71	Schlitzantennen
396.677.73	Hornstrahler
396.677.75	Dielektrische Strahler. Wellenleiter mit durchlässigen Wänden

Zusatzeinrichtungen für Antennen

621.396.677.8	Zusatzeinrichtungen. Spiegel und Linsen
396.677.81	Reflektoren oder Richtantennen aus Draht oder Metallstäben
396.677.83	Metallschirm-Reflektoren. Spiegel
396.677.831	Ebene Spiegel
396.677.832	Winkel-Reflektoren
396.677.833	Gekrümmte Reflektoren
396.677.833.1	Sehr flache Zylinder. Parabolische Zylinder
396.677.833.2	Rotationssymmetrische Oberflächen, sphärisch und parabolisch
396.677.833.3	Andere gekrümmte Oberflächen
396.677.85	Metallplatten, künstliche und dielektrische Linsen
396.677.851	Verzögerungslinsen
396.677.852	Beschleunigungslinsen
396.678	Behelfsantennen
396.679	Erdplatten und Gegengewichte
396.679.4	Antennenzuleitungen
396.679.5	Verbindungen zwischen Antennen und Erdplatten oder Gegengewichten

Besondere Anhängezahlen für diesen Abschnitt „Antennen"

621.3.012.12	Polardiagramm
091	Dämpfung, Verstärkung
091.1	Dämpfung
091.2	Übertragungsverstärkung
091.22	Antennen-Gewinn
095	Arten der Ausstrahlung. Feldstärke
095.1	Polarisation
095.11	lineare
095.111	— horizontale
095.112	— vertikale
095.12	— elliptische
095.13	— zirkulare
095.3	— Feldstärke

Nachdruck verboten!

Ein Fernseh-Antennenverstärker

FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten

Dieser einfach zu bauende abgestimmte Verstärker gleicht die Verluste der Leitung aus und verringert das Rauschen

Wenn die Fernsehantenne unter ungünstigen Empfangsbedingungen nur eine kleine Hf-Spannung liefert, bekommen wir außer dem gewünschten Fernsehbild ein störendes Rauschen auf den Schirm. Der Signalspannung ist also noch eine Rauschspannung überlagert, die zum Teil von der Eingangsstufe des Empfängers geliefert wird.

Für die Qualität des Bildes ist das Verhältnis Signal- zur Rauschspannung von Bedeutung. Bei großer Signalspannung macht sich eine kleine Rauschspannung auf dem Schirm nicht bemerkbar. Dieses Verhältnis muß daher möglichst groß sein.

Die Nutzspannung ist durch die Antennenspannung gegeben. Das Antennenrauschen ist verhältnismäßig gering und soll bei dieser Betrachtung vernachlässigt werden. Wesentlich ist, die Rauschspannung der Eingangsstufe möglichst klein zu halten. Das Rauschen der nachfolgenden Stufen hat keinen großen Einfluß mehr, wenn die Verstärkung der Eingangsstufe genügend groß ist. Die gesamte Rauschspannung, die auf die Antennenklemmen des Empfängers bezogen wird, setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

1. Rauschspannung des Eingangskreises,
2. Rauschspannung des Antennenstrahlungswiderstandes,
3. Rauschspannung der Röhre.

Die Rauschspannung der Röhre setzt sich wiederum aus drei Werten zusammen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Wesentlich ist allerdings, daß bei Trioden ein Anteil nicht erscheint, nämlich das Stromverteilungsrauschen, daher sind in UKW- und Fernseh-Eingangsstufen Trioden günstiger. Man geht im allgemeinen von der Rauschleistung aus und kann dann die Rauschspannung für den entsprechenden Eingangswiderstand ausrechnen.

Alle genannten Rauschleistungen sind abhängig von dem übertragenen Frequenzbereich. Da die Rauschleistung im üblichen Maßsystem mit der Einheit Watt sehr klein ist, wählt man als Einheit den Wert KT_0. Der Wert $KT_0 = 4 \cdot 10^{21}$ W/Hz ist die Einheit der Rauschleistung pro Hertz Bandbreite des Übertragungskanals. Die Rauschleistung eines Empfängers wird durch die Verhältniszahl N ausgedrückt. N gibt an, wieviel mal größer die Rauschleistung eines Empfängers ist als die Einheit KT_0[1]).

Wie aus der Dimension hervorgeht, steigt die Rauschleistung mit der Bandbreite. Da ein Fernsehkanal 7 MHz breit ist und die von der Industriehergestellten Fernsehempfänger natürlich die gesamte Bandbreite übertragen, genügt für die Bestimmung der Rauschleistung die Verhältniszahl N.

Unter ungünstigen Empfangsbedingungen erhält man eine Verbesserung bei Verwendung eines schmalbandigen Antennenverstärkers. Dieser Verstärker muß möglichst am Fußpunkt der Antenne, oder in der Nähe, z. B. auf dem Dachboden, angeschlossen sein, um eine möglichst große Hf-Spannung an das Antennenkabel bzw. an die Eingangsklemmen zu liefern. Weiterhin ist es günstig, wenn der Verstärker nur eine Bandbreite von 3,5 MHz erhält. Die Übertragung der hohen Modulationsfrequenzen und damit der feinen Bildeinzelheiten wird zwar schlechter, aber gleichzeitig wird auch die erzeugte Rauschleistung der Verstärker-Eingangsstufe kleiner. Ein solches weniger verrauschtes Bild geringerer Auflösung ist aber in der Betrachtung viel angenehmer.

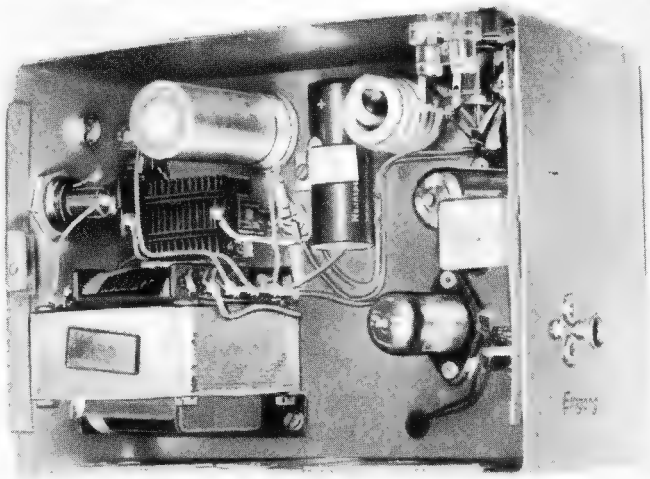


Bild 1a. Blick auf das in den Gehäuserahmen eingebaute Chassis. Rechts oben neben den Ausgangsbuchsen der schraubenförmig aufgewickelte Impedanz-Transformator

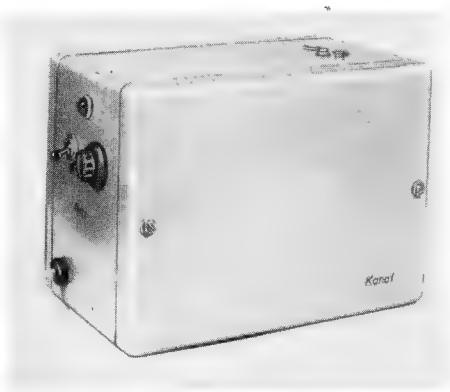
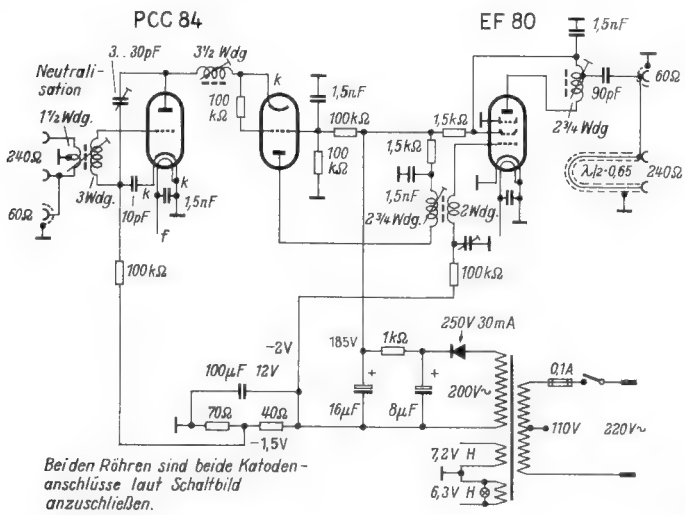


Bild 1b. Ansicht des Fernseh-Antennenverstärkers

[1]) Vgl. Funktechnische Arbeitsblätter Mv 91, die der Ingenieur-Ausgabe dieses Heftes beiliegen.



Links: Bild 2. Schaltung des Antennenverstärkers

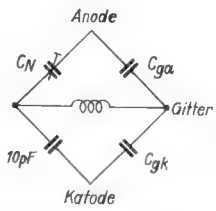


Bild 3. Neutralisierung der Eingangsschaltung

Beschreibung der Schaltung

Als Eingangsstufe wird in dem Verstärker nach **Bild 2** eine Röhre PCC 84 in Cascode-Schaltung verwendet. Über den Eingangstransformator wird der Röhreneingangs- und Kreiswiderstand auf einen symmetrischen Eingang von 240 Ω transformiert. Die Mitte der Antennenspule ist geerdet. Wird die Ankopplungswicklung nur zur Hälfte benutzt, also von einem Anschlußpunkt des 240-Ω-Eingangs gegen Masse, so erhalten wir einen asymmetrischen 60-Ω-Eingang.

Die Eingangsstufe ist neutralisiert, d. h. die Gitterspule liegt im Nullzweig einer kapazitiven Brückenschaltung, um den Einfluß der Gitter-Anoden-Kapazität auszuschalten. Die Brücke wird nach **Bild 3** gebildet aus der Anoden-Gitter-Kapazität C_{ga}, der Gitter-Katoden-Kapazität C_{gk}, dem Neutralisationskondensator C_N und dem Kondensator zwischen dem kalten Ende der Gitterspule und der Katode der Eingangsröhre. Wird die Neutralisationskapazität zu groß, dann tritt Selbsterregung der Eingangsstufe auf.

Die beiden Systeme der PCC 84 sind gleichstrommäßig in Serie geschaltet. Die Kopplung der beiden Systeme geschieht über eine Spule, die mit den Röhren- und Schaltkapazitäten auf den gewünschten Kanal abgestimmt wird.

Zur Kopplung der Eingangsstufe mit der Röhre PCC 84 an die Endstufe, bestückt mit der Röhre EF 80, wird ein Hf-Transformator benutzt. Er paßt den hochohmigen Ausgangswiderstand der PCC 84 an den Eingangswiderstand der EF 80 an. Beide Spulen des Hf-Transformators sind ebenfalls auf den gewünschten Kanal abgeglichen. Um die Windungszahl dieses Transformators möglichst groß machen zu können, muß die Kreiskapazität möglichst klein sein. Die Kapazität des Gitterkreises wird durch die Gitter-Katoden-Kapazität der Röhre EF 80 in Serie mit dem Trimmer gebildet.

Die Ausgangsspannung wird kapazitiv von einer Anzapfung des Anodenkreises ausgekoppelt. Der transformierte Widerstand beträgt ca. 60 Ω. Die Spule ist mit der Röhren- und Schaltkapazität auf Resonanz abgestimmt. Um einen symmetrischen 240-Ω-Ausgang zu erhalten, wird eine Umwegleitung hinzugeschaltet, die eine Phasenverschiebung von 180° bewirkt. Damit steht zwischen den beiden 240-Ω-Buchsen die doppelte Spannung des 60-Ω-Anschlusses zur Verfügung. Dies entspricht einem vierfachen Widerstand.

FUNKSCHAU-Konstruktionsseite

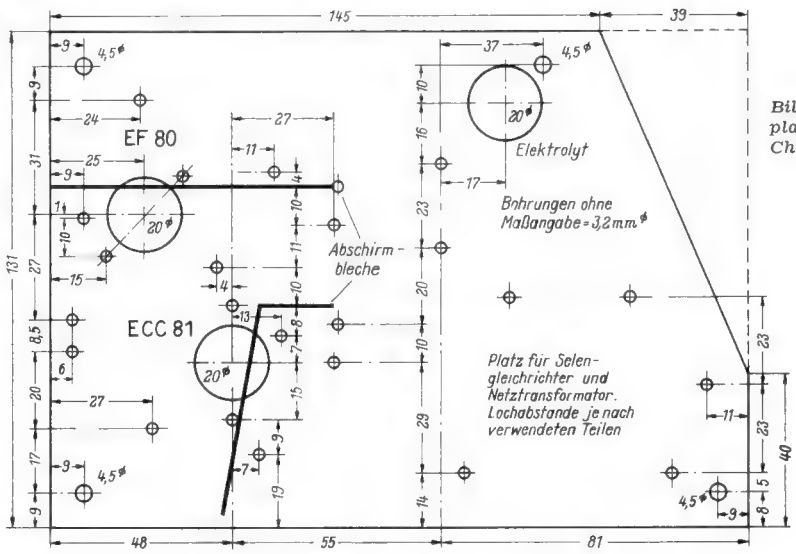


Bild 4. Bohrplan für das Chassisblech

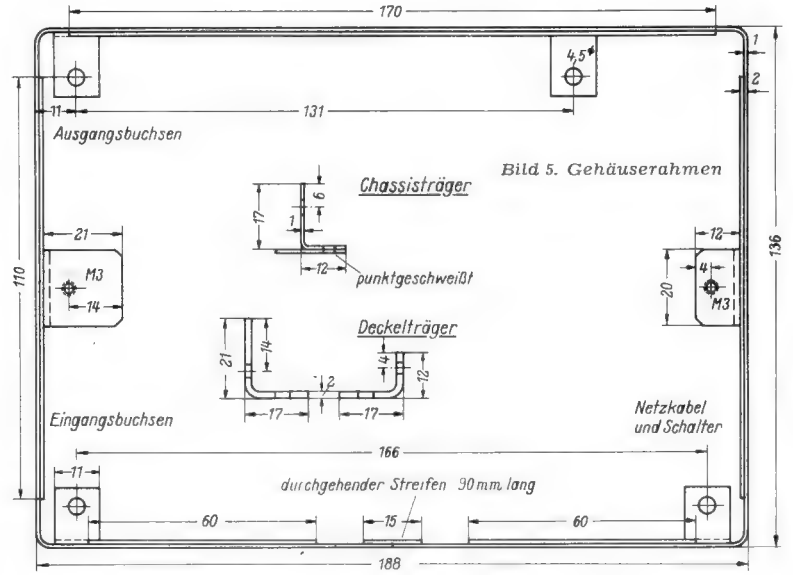


Bild 5. Gehäuserahmen

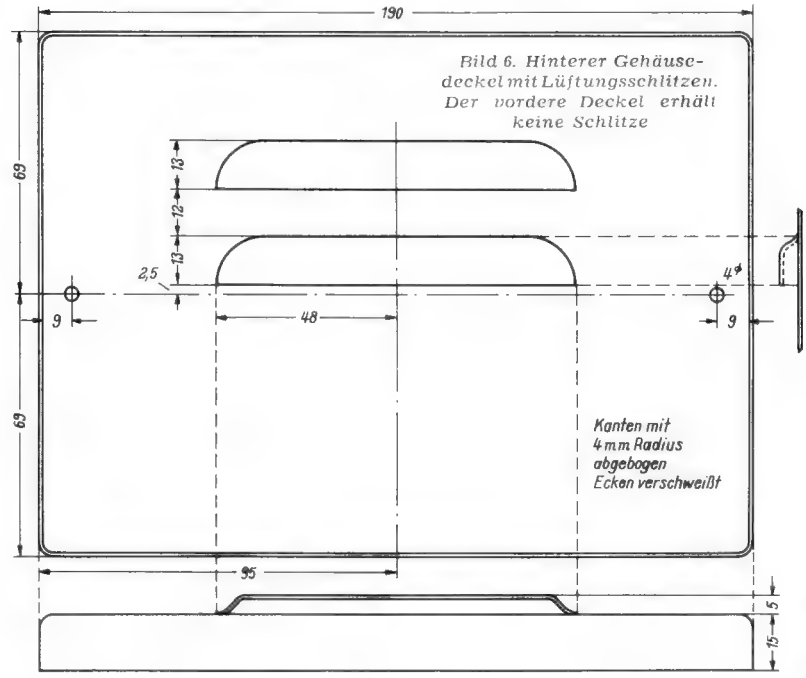
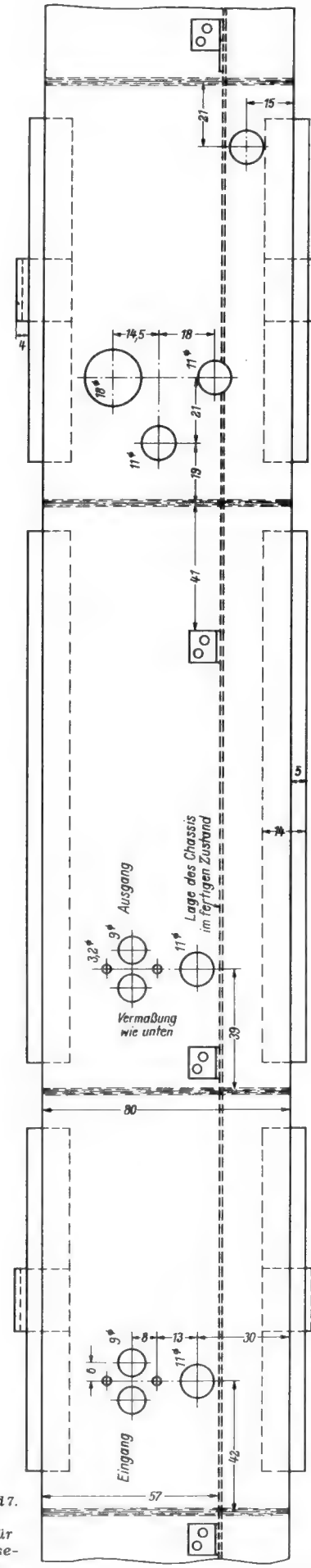


Bild 6. Hinterer Gehäusedeckel mit Lüftungsschlitzen. Der vordere Deckel erhält keine Schlitze



Rechts: Bild 7. Maße und Bohrplan für den Gehäuserahmen

Die Stromversorgung erfolgt über einen Transformator. Zur Gleichrichtung wurde ein Selengleichrichter verwendet. Die Gleichspannung hinter dem Siebwiderstand beträgt etwa 185 V. Um alle Katoden direkt an Masse legen zu können, wurde die Gittervorspannung halbautomatisch erzeugt.

Angaben für den Impedanztransformator und die Spulen

Der Impedanztransformator besteht aus einem Stück Koaxial-Kabel, das einen Wellenwiderstand von 60 Ω haben muß. Seine Aufgabe ist, die Phase der Ausgangsspannung um 180° zu drehen. Eine solche Phasendrehung von 180° erhält man nach Durchlaufen einer halben Wellenlänge. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Hf-Spannung in dem Kabel kleiner ist als in Luft, ist die mechanische Länge nicht gleich der elektrischen. Bei den im Handel erhältlichen Kabeln beträgt der Faktor, um den das Kabel kürzer als die elektrische Wellenlänge gemacht werden muß, 0,65. Als Beispiel sind hier Impedanztransformator und Spulen für den Fernsehkanal 10 bemessen.

Die mittlere Frequenz des Kanals 10 beträgt 212 MHz. Die zugehörige Wellenlänge ist 1,42 m.

Die Kabellänge muß also sein:

$$1{,}42 \cdot \tfrac{1}{2} \cdot 0{,}65 = 0{,}46 \text{ m},$$

zuzüglich 2 cm an jedem Ende, unabgeschirmt, zum Anschluß an die Buchsen. Der Impedanztransformator wird einfach schraubenförmig aufgewickelt und später mit einer Schelle befestigt.

Spulendaten:

1. Eingangskreis.

	Windungen	Wickellänge
Sekundär:	3	15 mm
Primär:	1,5	6 mm

Als Spulenkörper werden die bekannten Stiefelkörper verwendet.

Die Primärwicklung befindet sich auf der Sekundärwicklung. Zwischen Primär- und Sekundärspule liegt ein 0,2 mm starker Preßspanstreifen. Die Mitte der Primärspule ist geerdet. Hierzu wird ein Stück versilberter Draht direkt auf das Chassis gelötet. Die Anschlußenden der Primärspule sind 3 mm lang, sie werden über verdrillten Schaltdraht mit den 300-Ω-Anschlußbuchsen verbunden. Es ist günstig, die Spulen erst auf einen Dorn zu wickeln, der einen Millimeter dünner im Durchmesser als der endgültige Spulenkörper ist, und sie dann erst auf den Spulenkörper zu schieben.

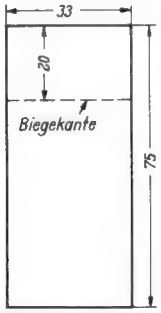
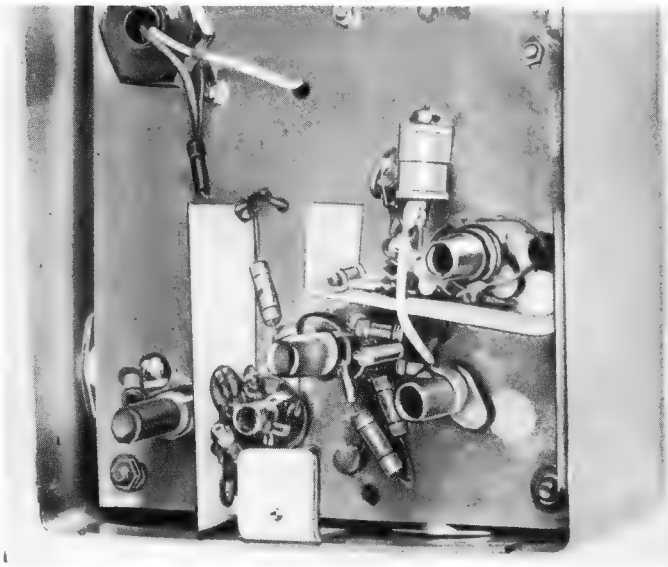


Bild 8. Zuschnitt für die beiden Abschirmbleche



Rechts: Bild 9. Unterseite des Chassis mit den Abschirmblechen. Man beachte den leitungsparenden Aufbau

2. Kreis zwischen Anode und Katode der Röhre PCC 84

3,5 Windungen Wickellänge 12 mm

3. Kreis zwischen Eingangsröhre PCC 84 und Pentode EF 80

	Windungen	Wickellänge
Primär:	2	8 mm
Sekundär:	2¾	10 mm

Beide Wicklungen sind nebeneinander angeordnet. Die Primärwicklung befindet sich am Fußpunkt des Kernes. Von den beiden aneinanderstoßenden Spulenenden führt der Primäranschluß zur Spannungsversorgung für die Röhre PCC 84 und der Sekundäranschluß zur Gittervorspannung und zum Trimmer. Die Spulen liegen eng benachbart um eine möglichst feste Kopplung zu erhalten.

4. Ausgangskreis

2¾ Windungen Wickellänge 12 mm

Die Auskopplung erfolgt über einen Kondensator von 90 pF. Er liegt an einer Anzapfung, die vom kalten Ende ¾ Windungen entfernt ist. — Mit den vorgesehenen Hf-Eisenkernen können die Kreise vom Kanal 9 bis zum Kanal 11 durchgestimmt werden.

Mechanischer Aufbau

Der hier beschriebene Verstärker ist so aufgebaut, daß an allen Schaltelementen bequem gearbeitet werden kann, ohne das Chassis herauszunehmen. Die Konstruktion besteht aus einem Gehäuserahmen, in dem das Chassis senkrecht fest montiert ist. Bei abgenommenen Deckeln liegen beide Seiten des Chassis frei (**Bild 1a** und **9**). Das Chassisblech nach **Bild 4** erhält zwei Abschirmbleche nach **Bild 8**. Sie werden entsprechend Bild 9 weich aufgelötet. Dann werden die Einzelteile montiert und verdrahtet und nun erst wird das Blech in den Rahmen **Bild 5** gesetzt und mit vier Schrauben an den im Rahmen angepunkteten Winkeln befestigt. Die Verbindungen zu den Antennenbuchsen (Eingang und Ausgang) werden geschaltet und dann der Verstärker abgeglichen. — Die Abwicklung des Rahmens zeigt **Bild 7**, die Gehäusedeckel **Bild 6**.

Abgleichen und Inbetriebnahme des Verstärkers

Sind keine Meßgeräte vorhanden, dann ist man darauf angewiesen, den Verstärker mit Hilfe des Fernsehsenders und eines Fernsehempfängers abzugleichen. Man geht dabei zweckmäßig folgendermaßen vor:

Mit einer Batterie wird die Regelspannung des Fernsehempfängers festgelegt. Ein Meßinstrument für Gleichspannung wird dem Arbeitswiderstand des Videogleichrichters parallelgeschaltet und damit die hier entstehende Richtspannung gemessen. Der Innenwiderstand des Instrumentes soll groß gegenüber dem Arbeitswiderstandes sein. Dann werden die Antennenklemmen des Empfängers mit den Ausgangsbuchsen des Verstärkers verbunden. Die Antenne wird an die Eingangsbuchsen des Verstärkers angeschlossen.

Der Trimmer für die Neutralisation wird ganz herausgedreht. Dann werden alle Kreise mit Hilfe der Eisenkerne und des Trimmers auf maximalen Ausschlag des Instrumentes eingestellt. Nun wird die Antenne vom Verstärker entfernt und der Trimmer für die Neutralisation so weit hineingedreht, bis der Verstärker kurz vor der Selbsterregung ist. Das zeigt sich dadurch, daß der Grieß auf dem Bildschirm sehr grob und flockig wird und das Instrument weit ausschlägt. Anschließend dreht man den Trimmer etwa um eine Umdrehung zurück. Nun gleicht man die Kreise nochmals auf maximalen Ausschlag des Instrumentes ab.

Wenn man einen Wobbler, einen Oszillografen und einen genauen Meßsender besitzt, ist es natürlich richtiger, die Durchlaßkurve sichtbar zu machen und so abzugleichen, daß man genau die gewünschte Bandbreite erhält. W. Dk.

Im Modell verwendete Einzelteile

Röhren: PCC 84, EF 80

Widerstände. 0,25 W: 40 Ω, 70 Ω, 2 × 1,5 kΩ, 5 × 100 kΩ; 1 W: 1 kΩ

Kondensatoren. Keramik: 10 pF, 90 pF, 5×1,5 nF, ein Valvo-Lufttrimm. 3...30 pF, ein keram. Valvo-Rohrtrimmer 2...12 pF
1 Elektrolytkondensator 8+16 µF 350/385 V
1 Elektrolytkondensator 100 µF 12/15 V

Sonstige Einzelteile.
4 Spulenkörper m. Abgleichkern, bekannt als Stiefelkörper
2 Koaxialbuchsen für 60-Ω-Anschlüsse (Autosuper)
2 Antennenanschlüsse f. 240-Ω-Bandkabel
1 einpoliger Netzschalter
1 Sicherungselement mit Zentralbefestig.
1 Feinsicherung 0,1 A
1 Lämpchen 6,3 V/0,3 A
1 Lämpchenfassung
1 Linsennippel zur Abdeckung des Lämpchens
2 Novalfassungen
1 Einweg-Selengleichrichter 250 V/30 mA
1 Netztransformator: Primär 110/220 V; Sekundär 200 V/30 mA, 6,3 V/0,5 A, 7,2 V/0,3 A
1,5 m versilberter Kupferdraht 1 mm ⌀
3 m Schaltdraht 0,5 mm ⌀
1,5 m Netzanschlußkabel
0,5 m Koaxialkabel, 60 Ω Wellenwiderst.
Gehäuseteile nach Zeichnungen

Ein Urteil zum Fernsehantennenrecht

„Der Eigentümer muß grundsätzlich die Errichtung einer kombinierten UKW- und Fernsehantenne auf dem Dach seines Hauses durch den Mieter dulden, sofern die Anbringung nach den Vorschriften der VDE 0855/I, 44 erfolgt und der Mieter ordnungsgemäß als Rundfunkhörer und Fernsehteilnehmer versichert ist." So entschied das Landgericht Ravensburg am 11. 11. 54 in dem ersten rechtskräftigen Berufungsurteil zum Fernsehantennenrecht.

Das Urteil findet seine Begründung u. a. in folgendem: Das Recht des Mieters auf den Gebrauch der gemieteten Wohnung enthält auch das Recht, sein Heim entsprechend seinen Interessen und allgemein anzuerkennenden Bedürfnissen, soweit darin keine unzumutbare Belastung für den Vermieter gesehen werden muß, benutzen und einrichten zu dürfen. Dazu gehört nach heutiger Anschauung nicht nur die Möglichkeit, Rundfunk hören, sondern auch Fernsehübertragungen empfangen zu können und damit das Recht, die dazu erforderliche Antenne errichten zu dürfen. Fernsehen dient keinem Luxus und ist nicht nur eine Annehmlichkeit; es ist vielmehr die Erfüllung des schutzwürdigen Interesses des einzelnen an wirtschaftlicher, politischer, sportlicher, kultureller sowie religiöser Unterrichtung und Fortbildung.

(Nach: ETZ/B, Nr. 1, Januar 1955)

Dr.-Ing. F. Bergtold: *Für den jungen Funktechniker*

10. Schaltbilder und einfache Widerstandsschaltungen

Schaltzeichen

Auf Landkarten stellt man z. B. Wälder, Wiesen und Städte durch einheitlich festgelegte Zeichen dar. In ähnlicher Weise verwendet man auch für die Teile, aus denen die elektrischen Schaltungen bestehen, Schaltzeichen. Einige von ihnen haben wir schon kennengelernt.

Verwenden der Schaltzeichen

Wie man aus Schriftzeichen Wörter bildet, so setzt man aus den Schaltzeichen Schaltbilder zusammen. Ein Schaltbild (oder Schaltplan) hat die jeweilige Schaltung darzustellen. Im Schaltbild wird auf die räumliche Anordnung der Einzelteile der Schaltung keine oder nur geringe Rücksicht genommen. Das Schaltbild soll vielmehr das elektrische Verhalten der Schaltung gut erkennen lassen.

Zum Darstellen der Leitungen dienen gerade Striche, die nach Möglichkeit nur waagerecht und senkrecht gezogen werden. Unnötige Kreuzungen und Ecken vermeidet man. Mitunter werden im gleichen Schaltbild für die Leitungen verschiedene Strichstärken benutzt. Die dickeren Striche betreffen dann Leitungen, die für die jeweilige Arbeitsweise der Schaltung besonders wichtig sind oder aber Leitungen, die höhere Ströme führen. Die dünneren Striche werden vielfach für Meßleitungen vorgesehen.

Auch die Schaltzeichen trägt man in den Schaltbildern möglichst nur waagerecht oder senkrecht ein. Die Schaltzeichen für Spannungszeiger und Stromzeiger werden in der Regel so benutzt, wie sie hier dargestellt sind. **Bild 1** bis **4** geben Beispiele für einfache Schaltbilder.

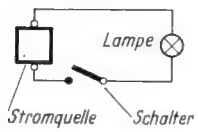


Bild 1

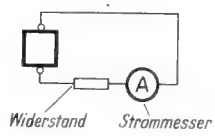


Bild 2

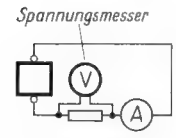


Bild 3

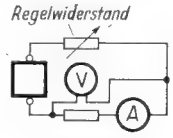


Bild 4

Hintereinanderschalten von Widerständen

„Hintereinanderschaltung" oder „Reihenschaltung" oder „Serienschaltung" von Widerständen bedeutet, daß immer der Anfang des folgenden Widerstandes mit dem Ende des vorhergehenden Widerstandes verbunden ist. Hierbei stellt der Anfang des ersten Widerstandes den einen Anschluß und das Ende des letzten Widerstandes den anderen Anschluß der Hintereinanderschaltung dar.

Die Ausdrücke „Anfang" und „Ende" beziehen sich bei Widerständen im allgemeinen nur auf die Reihenfolge des Zusammenschaltens, da bei ihnen Anfang und Ende üblicherweise vertauschbar sind.

Bild 5 gibt einen Begriff von der Hintereinanderschaltung der Widerstände. Man sagt: Die Widerstände liegen in Reihe, in Serie oder hintereinander. Für Hintereinanderschaltung gilt, wie wir das auch aus **Bild 6** und **7** ablesen können:

1. Der Strom ist in sämtlichen hintereinander liegenden Stromzweigen derselbe.

2. Die Gesamtspannung ist gleich der Summe der jeweils zum gemeinsamen Strom gehörenden Einzelspannungen.

Hiermit ergibt sich: Der Gesamtwiderstand der Hintereinanderschaltung ist gleich der Summe der Einzelwiderstände.

An dieser Stelle sei ausdrücklich hervorgehoben, daß eine Hintereinanderschaltung ausschließlich einen fortlaufenden Stromweg darstellt. Das bedeutet: Im Zuge der Hintereinanderschaltungen gibt

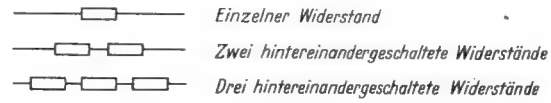


Bild 5

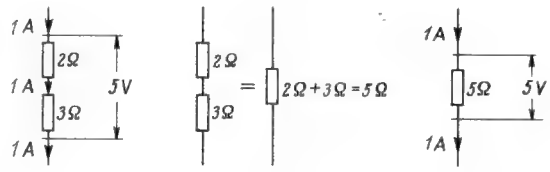


Bild 6

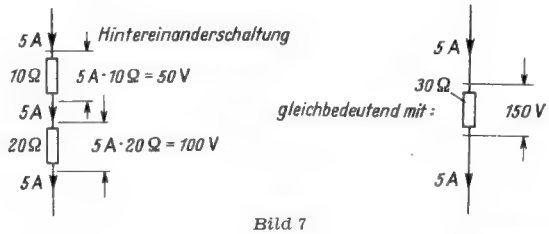


Bild 7

es keine stromführenden Abzweigungen. In Schaltungen mit Abzweigungen hat man es mit Hintereinanderschaltungen nur zwischen zwei stromführenden Abzweigungen zu tun!

Zahlenbeispiel für eine Hintereinanderschaltung

Ein Gerät sei für 120 V gebaut und nehme dabei einen Strom von 0,4 A auf. Es soll an 220 V betrieben werden. Hierzu muß man dem Gerät einen Widerstand vorschalten. Gerät und Vorwiderstand bilden eine Hintereinanderschaltung. Deren beiden Teile sind von demselben Strom durchflossen. Dieser soll einen Wert von 0,4 A haben. Die Summe der beiden Teilspannungen muß 220 V betragen. Da für die eine Teilspannung 120 V gefordert sind, bleiben für die andere Teilspannung 220 V — 120 V = 100 V übrig. Diese 100 V gehören zu dem Vorwiderstand mit dem zu berechnenden Wert. 100 V bei 0,4 A bedeuten 100 V : 0,4 A = 250 Ω. Das Gerät selbst stellt einen Widerstand von 120 V : 0,4 A = 300 Ω dar. Der Gesamtwiderstand beträgt 250 Ω + 300 Ω = 550 Ω. Damit machen wir die Probe: Zu 220 V und 550 Ω gehören 220 V : 550 Ω = 0,4 A. Die Probe stimmt.

Hintereinanderschaltung im Kennlinienbild

Kennlinienbilder verwendet man besonders dann, wenn es sich ganz oder teilweise um nichtohmsche Widerstände handelt. Für solche Widerstände kommt man nämlich mit Formeln zu falschen Ergebnissen. Für das Kennlinienbild nutzen wir die Tatsache aus, daß sich bei Hintereinanderschaltung jeweils die zu demselben Strom gehörigen Einzelspannungen summieren. Wir gewinnen also die einzelnen Punkte der Gesamtkennlinie der Hintereinanderschaltung aus den Einzelkennlinien so: Wir reihen die Einzelspannungen, die zu demselben Strom gehören, aneinander. Der Endpunkt der damit erhaltenen Gesamtstrecke stellt den zu diesem Strom gehörenden Punkt der Gesamtkennlinie dar.

Bild 8 zeigt hierzu ein Beispiel. Gegeben seien dort die Kennlinien der Einzelwiderstände a und b. Für einen Strom von 3 A erhalten wir an dem Widerstand a eine Spannung von 43 V und an dem Widerstand b eine Spannung von 32 V. Die Gesamtspannung bekommen wir, indem wir die 32 V an die 43 V ansetzen — so, wie das im Kennlinienbild geschehen ist. Um die Spannungen aneinanderzufügen, brauchen wir sie nur mittels eines Papierstreifens oder eines Zirkels abzugreifen. Das Ablesen der einzelnen Werte in Volt ist dabei nicht notwendig.

Formeln für Hintereinanderschaltung

Formeln verwenden wir nur für ohmsche Widerstände! Bezeichnen wir die einzelnen hintereinander liegenden Widerstände mit $\mathbf{R}_1$, $\mathbf{R}_2$, $\mathbf{R}_3$ usf. so ergibt sich der Gesamtwiderstand $\mathbf{R}_g$ der Hintereinanderschaltung zu:

$$\mathbf{R}_g = \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2 + \mathbf{R}_3 \text{ usf.}$$

Bei Hintereinanderschaltung von Einzelwiderständen mit untereinander gleichen Werten **R** ist der Gesamtwiderstand $\mathbf{R}_g$ gegeben durch das Produkt aus dem Wert des Einzelwiderstandes und der Zahl **n** der Einzelwiderstände.

$$\mathbf{R}_g = \mathbf{n} \cdot \mathbf{R}.$$

Bei Hintereinanderschaltung von Widerständen mit sehr unterschiedlichen Werten spielen die Widerstände mit den kleinen Werten gegen die mit den großen Werten in der Praxis nur selten eine Rolle.

Nebeneinanderschaltung von Widerständen

Nebeneinanderschaltung oder Parallschaltung von Widerständen bedeutet, daß einerseits alle Anfänge der Widerstände und anderseits alle Enden der Widerstände jeweils untereinander verbunden sind. Hierbei stellen die zusammengeschalteten Anfänge den einen Anschluß und die zusammengeschalteten Enden den andern Anschluß der Nebeneinanderschaltung dar.

Für eine Nebeneinanderschaltung von Widerständen gilt, wie wir das aus **Bild 9, 10** und **11** ablesen können:

1. Die Klemmenspannung ist für alle nebeneinander liegenden Stromzweige gemeinsam.

2. Der Gesamtstrom ist gleich der Summe der jeweils zur gemeinsamen Klemmenspannung gehörenden Einzelströme.

Zahlenbeispiel für Nebeneinanderschaltung

Wir betrachten Bild 10. Die gemeinsame Klemmenspannung beträgt 12 V. Durch den Widerstand von 4 Ω fließt also ein

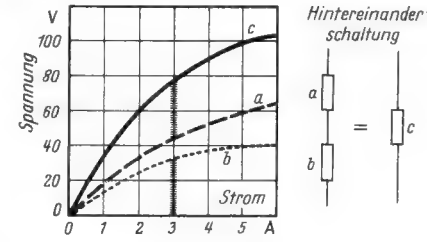


Bild 8

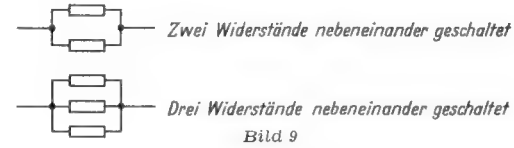


Bild 9

Für alle Tonmöbel

PHILIPS PLATTENWECHSLER

AG 1003

Nutzen Sie seine Vorzüge:

- die bequeme Bedienung
- das moderne Aussehen
- die Vorzügliche Wiedergabe
- den einfachen Einbau
- die geringen Einbaumaße

Der PHILIPS 1003 bringt Ihnen erhöhten Umsatz u. zufriedene Kunden

einschl. M 45 Automat **DM 158.-**

PHILIPS

DEUTSCHE PHILIPS GMBH · HAMBURG 1

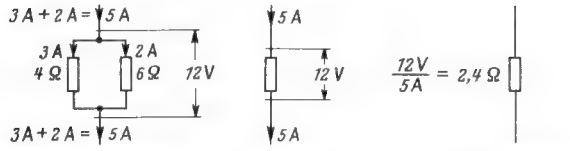


Bild 10

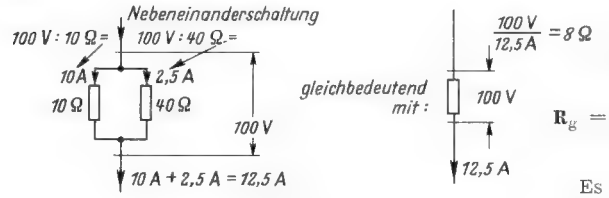


Bild 11

Strom von $\frac{12\ V}{4\ \Omega} = 3$ A. Der andere Widerstand hat einen Wert von 6 Ω. Hier ergibt sich der Strom zu $\frac{12\ V}{6\ \Omega} = 2$ A. Das gibt einen Gesamtstrom von 3 A + 2 A = 5 A. Zu 12 V und 5 A gehört der Widerstand der Nebeneinanderschaltung. Sein Wert bestimmt sich zu: 12 V : 5 A = 2,4 Ω.

Wenn die gemeinsame Klemmenspannung nicht gegeben ist, dürfen wir dafür einen Wert annehmen und mit der angenommenen Spannung so rechnen, als ob sie gegeben sei. Berechnungen dieser Art haben ohnehin nur einen Sinn, wenn die Einzelwiderstände ohmsche Widerstände sind. Handelt es sich bei den Einzelwiderständen nicht um ohmsche Widerstände, so muß man mit Kennlinien arbeiten.

Nebeneinanderschaltung im Kennlinienbild

Im Kennlinienbild ergibt sich die zur Nebeneinanderschaltung gehörige Kennlinie, wenn die jeweils zu derselben Spannung gehörigen Ströme der Einzelzweige zusammengezählt werden. In **Bild 12** ist das an einem Beispiel gezeigt. Das Zusammenfügen der Einzelströme wurde dort für die gemeinsame Spannung von 25 V veranschaulicht.

Formeln für Nebeneinanderschaltung

Wir kehren damit zu ohmschen Widerständen zurück. Nehmen wir für eine Nebeneinanderschaltung eine gemeinsame Klemmenspannung von 1 V an, so erhalten wir die Ströme je Volt. Strom je Volt

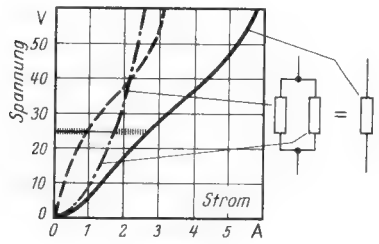


Bild 12

aber ist gleichbedeutend mit Leitwert. Bedenken wir dies, so können wir unschwer einsehen, daß sich der Gesamtleitwert einer Nebeneinanderschaltung von Widerständen ergibt, wenn die Leitwerte der einzelnen, nebeneinander liegenden Zweige zusammengezählt werden.

Mit der Bezeichnung $\mathbf{G_g}$ für den Gesamtleitwert und den Bezeichnungen $\mathbf{G_1}$, $\mathbf{G_2}$, $\mathbf{G_3}$ für die Einzelleitwerte bekommen wir folgende einfache Beziehung:

$$\mathbf{G_g} = \mathbf{G_1} + \mathbf{G_2} + \mathbf{G_3} + \text{usf.}$$

Wollen wir nun von den Leitwerten auf die Widerstände kommen, so müssen wir uns daran erinnern, daß der Widertand der Kehrwert des Leitwertes ist. Die hier für Leitwerte angeschriebene Beziehung kann also durch die Widerstände $\mathbf{R_g}$, $\mathbf{R_1}$, $\mathbf{R_2}$, $\mathbf{R_3}$ usf. so ausgedrückt werden:

$$\frac{1}{\mathbf{R_g}} = \frac{1}{\mathbf{R_1}} + \frac{1}{\mathbf{R_2}} + \frac{1}{\mathbf{R_3}} + \text{usf.}$$

Aus dieser Formel erhalten wir für zwei Einzelwiderstände die Beziehung:

$$\mathbf{R_g} = \frac{\mathbf{R_1} \cdot \mathbf{R_2}}{\mathbf{R_1} + \mathbf{R_2}}$$

Aus derselben Formel ergibt sich für drei Einzelwiderstände der nachstehende Zusammenhang:

$$\mathbf{R_g} = \frac{\mathbf{R_1} \cdot \mathbf{R_2} \cdot \mathbf{R_3}}{\mathbf{R_1} \cdot \mathbf{R_2} + \mathbf{R_2} \cdot \mathbf{R_3} + \mathbf{R_3} \cdot \mathbf{R_1}}$$

Es tut nichts, wenn wir diese Formeln vergessen. Haben wir den Sinn der Nebeneinanderschaltung erfaßt, so werden wir immer in der z. B. durch Bild 10 angedeuteten Weise den Gesamtwiderstand berechnen können.

Für eine Nebeneinanderschaltung gleicher Widerstände **R**, ergibt sich der Gesamtwiderstand $\mathbf{R_g}$ daraus, daß der Wert des Einzelwiderstandes durch die Zahl **m** der nebeneinander liegenden Zweige geteilt wird.

$$\mathbf{R_g} = \mathbf{R} : \mathbf{m}.$$

So ergeben z. B. fünf nebeneinander liegende Widerstände von je 10 Ω einen Gesamtwiderstand von 10 Ω : 5 = 2 Ω.

Für Widerstände, deren Werte sehr stark voneinander abweichen, ist der Gesamtwiderstand der Nebeneinanderschaltung im wesentlichen durch den geringsten der nebeneinander liegenden Widerstände gegeben. Der Gesamtwiderstand liegt dabei stets etwas unter dem Wert des geringsten Einzelwiderstandes.

Fachausdrücke

Abzweigung: Anschlußstelle eines stromführenden Zweiges an eine (durchgehende) Leitung.

Einzelzweig: Eine Nebeneinanderschaltung (Parallelschaltung) besteht aus mehreren Einzelzweigen. Diese liegen sämtlich an derselben Spannung. Die Summe der sie durchfließenden Ströme stellt den Gesamtstrom dar.

Gesamtleitwert: Leitwert einer aus mehreren Teilen bestehenden Schaltung. Meist spricht man vom Gesamtleitwert im Zusammenhang mit Parallelschaltungen.

Gesamtwiderstand: Der Widerstand einer aus mehreren Teilen bestehenden Schaltung. Meist spricht man vom Gesamtwiderstand im Zusammenhang mit Reihenschaltungen.

Hintereinanderschaltung: Schaltung, in der der Anfang des folgenden Schaltungsteiles jeweils an das Ende des vorangehenden Schaltungsteiles anschließt. In der Hintereinanderschaltung durchfließt derselbe Strom sämtliche Teile der Schaltung. Die Gesamtspannung stellt in jedem Augenblick die Summe der Einzelspannungen dar. Andere Ausdrücke für Hintereinanderschaltung sind: Serienschaltung und Reihenschaltung.

Nebeneinanderschaltung: In der Nebeneinanderschaltung liegen sämtliche Schaltungsteile an derselben Spannung. Somit sind ihre Anfänge einerseits und ihre Enden anderseits zusammengeschlossen. In der Nebeneinanderschaltung wird der Gesamtstrom in jedem Augenblick durch die Summe der Einzelströme dargestellt. Die Nebeneinanderschaltung wird auch Parallelschaltung genannt.

Parallelschaltung: Parallelschaltung ist ein anderer Ausdruck für Nebeneinanderschaltung. Die Einzelzweige der Parallelschaltung liegen einander gewissermaßen parallel.

Reihenschaltung: Diese Bezeichnung der Hintereinanderschaltung rührt daher, daß deren einzelne Teile gemeinsam eine Reihe bilden.

Schaltbild: Bild, das die elektrisch wirksamen Teile eines Gerätes und die zugehörigen Verbindungsleitungen schematisch darstellt. Die elektrisch wirksamen Teile werden darin durch Schaltzeichen, die Leitungen durch meist gerade, senkrechte oder waagerechte Striche dargestellt. Statt Schaltbild sagt man auch Schaltschema oder — den Normen gemäß — Schaltplan.

Schaltplan: Zeichnung, die die elektrische Einrichtung eines Gerätes und deren Wirkungsweise erkennen läßt. In der Praxis nennt man den Schaltplan meist Schaltbild oder Schaltschema.

Schaltzeichen: Zeichen für einen elektrischen Einzelteil der Schaltung. Jedes Schaltzeichen läßt die Art des Einzelteils erkennen. Die Schaltzeichen sind festgelegt. Sie entbehren zum Teil der Einheitlichkeit. In der Praxis werden bisweilen Schaltzeichen benutzt, die von den festgelegten Zeichen abweichen.

Serienschaltung: Anderer Ausdruck für Hintereinander- oder Reihenschaltung. In Reihe — also hintereinander — geschaltete Stromzweige oder elektrische Einzelteile liegen, wie man sagt, in Serie. Sie sind in Serie geschaltet.

Teilspannung: In einer Reihenschaltung besteht die Gesamtspannung aus einer Summe von Teilspannungen.

Vorwiderstand: Liegt ein Gerät oder ein besonders interessierender Teil einer Schaltung mit einem andern Widerstand in Reihe an einer Spannung, so bezeichnet man diesen andern Widerstand häufig als Vorwiderstand. Der Vorwiderstand ist dem Hauptwiderstand vorgeschaltet.

„Studie in High Fidelity" ...

ist der Titel einer neuen Capitol-Langspielplatte, die an zahlreichen musikalischen Beispielen die Möglichkeiten hochwertiger Tonaufnahmen zeigt. Sie bildet gleichzeitig eine Vorführ- und Testplatte allerersten Ranges, denn die darauf enthaltenen Ausschnitte moderner und klassischer Musik stammen aus den besten Schallplattenaufnahmen, die in der letzten Zeit in Amerika entstanden.

Diese Platte, die in einer geschmackvollen Kassette erscheint, erhält ihren besonderen Wert durch eine beigefügte Druckschrift, die (in englischer Sprache) äußerst aufschlußreiche Erklärungen zu den einzelnen Musikstücken gibt. Man soll ja diese Aufnahmen nicht nur einfach wegen ihrer hohen Qualität „genießen", sondern soll sie gleichzeitig zum Beurteilen der eigenen Wiedergabe-Einrichtung ausnutzen. Da ist es zum Beispiel wichtig, zu wissen, daß an einer Stelle zwei ganz verschiedene Baß-Instrumente zusammenklingen. Die Baßposaune muß metallisch und das Baßsaxofon trocken klingen. Hört man diesen Unterschied nicht, dann liegt irgend ein Fehler bei der Wiedergabe vor.

Wer sich ausführlich mit dieser Langspielplatte befaßt und die beigefügte Schrift eingehend studiert, kommt zu einer bemerkenswerten Erkenntnis: Hi-Fi bedeutet nicht einfach „Aufnahme und Wiedergabe mit technisch einwandfreiem Gerät", dieser Begriff schließt auch künstlerische Probleme ein. Die Techniker müssen schon bei der Aufnahme die akustischen Eigenschaften des Wiedergaberaumes berücksichtigen, denn die aufgenommenen Klangkörper sollen ja in der Regel im Wohnzimmer angehört werden. Das erfordert aber eine ganz andere Mikrofonaufstellung als etwa bei der Übertragung in einen Saal. Es ist heute kein Geheimnis mehr, daß bei Schallplatten zum Erzielen höchster klanglicher „Durchsichtigkeit" raffinierte Kniffe angewandt werden und man beispielsweise Solist und Orchester getrennt aufnimmt, Studios mit abweichenden Halleigenschaften wählt und dann beide Originale zusammenkopiert. Dadurch entstehen Platten von bestrickender Brillanz und von hervorragender künstlerischer Wirkung.

Die Folge „A Study in High Fidelity" (SAL 9020) zeigt äußerst eindrucksvoll, was die moderne Aufnahme-Technik zu leisten vermag. Weitere Capitol-Platten dieser Art erscheinen unter nachgenannten Titeln und Nummern: „The Passions" (LAL 486); „Popular Instrumentals" (LAL 9022); „Popular Vocals" (LAL 9023); „Classics" (LAL 9024). Kü.

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Tonabnehmer-Saphire und Garantiepflicht

Oft erhält man von der Phonoindustrie die lakonische Mitteilung: „Wir sehen uns leider nicht in der Lage, den eingereichten Saphir zu ersetzen; abgespielte, bzw. abgeplatzte Saphire unterliegen keiner Garantiepflicht."

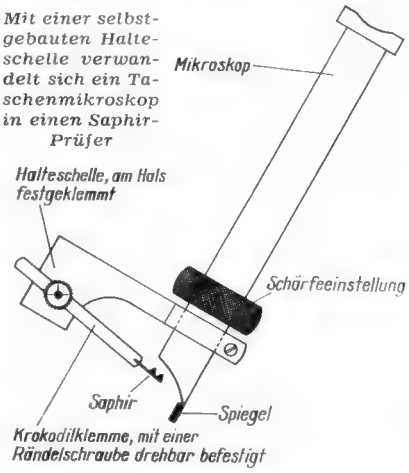
Der Kunde aber sagt vielleicht: „Den Plattenspieler, den Saphir habe ich erst vor zwei Monaten gekauft, Langspielplatten wurden noch nie gespielt, wie kann dann der Mikrosaphir abgeplatzt sein?"
Wer hat da noch nicht um des lieben Friedens willen, und um den Kunden nicht zu verlieren, in die Schublade gegriffen und den Ersatz zu seinen Lasten übernommen?

Der Kunde bedenkt nicht, daß sich auch das härteste Material mit der Zeit abnutzt und ein Saphir nicht garantiepflichtig ist, wenn ein normaler Verschleiß vorliegt. Er bedenkt auch nicht, daß ein Saphir schon zerstört werden kann — besonders bei einfachem Betrieb — wenn der Tonarm unvorsichtig angesetzt wird, etwa in der Weise daß der Saphir an den Plattenrand gestoßen wird.

Der Kunde verlangt aber, daß alle Schäden als Garantieleistung anzuerkennen sind. Wenn dann außerdem noch ein bis zwei Langspielplatten eingereicht werden, und er darauf hinweist, daß der Schaden durch den zerstörten Saphir eingetreten ist, muß — je nach Art des Kunden — wenigstens versucht werden, eine Lösung zu finden, die allen Seiten gerecht wird. Man sollte für diese Fälle zur Selbsthilfe greifen und sich ein Gerät zur Untersuchung der Saphirspitzen bauen; es ist gar nicht schwierig und kostet wirklich nicht viel!

Man braucht kein Spezialmikroskop mit Schwimmtisch und allen möglichen Feinheiten, es genügt ein Taschenmikroskop, wie es bereits für etwa 16.- bis 20.- DM zu erhalten ist (40 bis 80fache Vergrößerung). Ferner einen Saphir mit abgeplatzter Spitze und einen, bei dem der Grad der Abnutzung deutlich zu erkennen ist. Dazu kommt eine kleine Hilfseinrichtung wie sie im **Bild** dargestellt ist. Der Phantasie und dem Einfallsreichtum sind hier keine Grenzen gesetzt. Hauptzweck ist, daß jeder Saphir eingeklemmt werden kann und direkt vor dem Objekt liegt.

Mit einer selbstgebauten Halteschelle verwandelt sich ein Taschenmikroskop in einen Saphir-Prüfer



Nun zeige man dem Kunden, wie ein abgespielter Saphir aussieht, wenn man zum Vergleich einen neuen Saphir daneben hält. Fühlt der Kunde sich ertappt, dann ist er bereit, den Saphir zu bezahlen; denn er kann sich nicht dem verschließen, was er mit eigenen Augen gesehen hat. Das hat die Praxis in zahllosen Beispielen bewiesen. Der aufgewendete Betrag von 20.— DM kann sich so sehr schnell bezahlt machen. Ganz abgesehen davon, macht es immer einen guten Eindruck, wenn bei einer Plattenspieler-Reparatur der Saphir ebenfalls gleich untersucht werden kann.

Selbstverständlich bleibt nach wie vor die Möglichkeit den Saphir aus Entgegenkommen zu ersetzen, um vielleicht einen guten Schallplatten-Kunden nicht zu verlieren, wenn alle Argumente nicht fruchten. Diese Fälle werden aber eine Ausnahme bleiben.

John-Peter Pauls

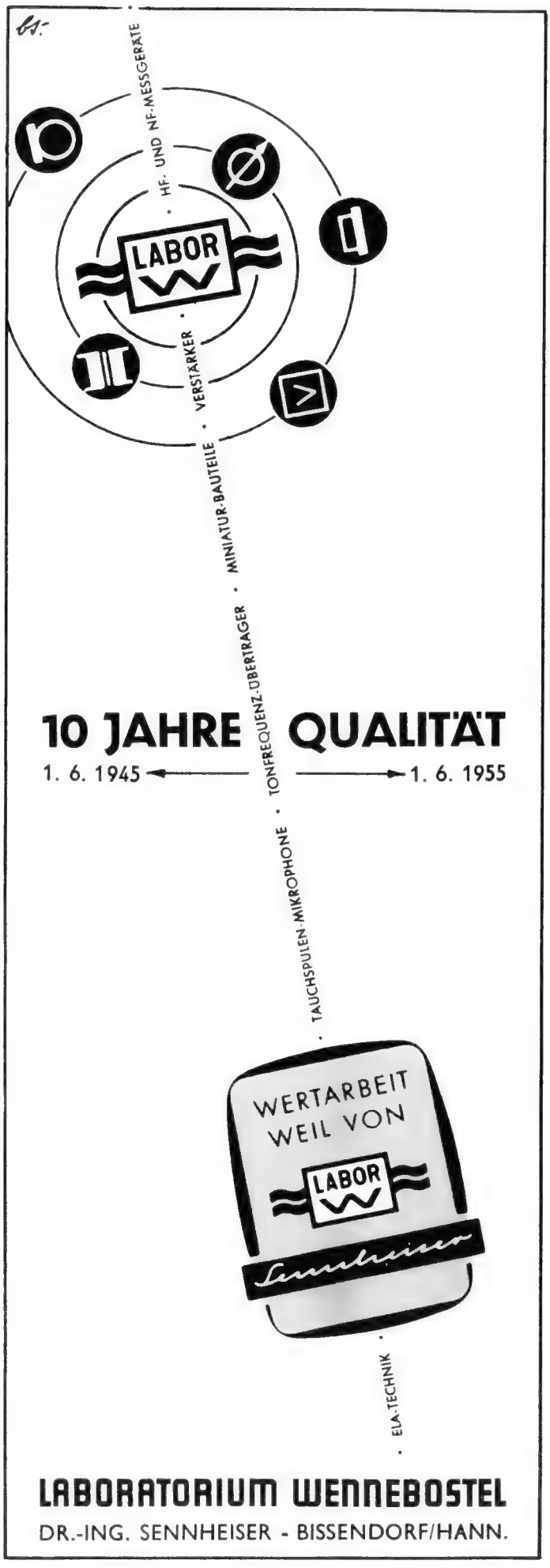
Ein ähnliches Prüfgerät, jedoch speziell für Philips-Tonköpfe, wird fertig unter der Bezeichnung Philips-Nadelprüfer AG 7004 geliefert. Auch hierbei wird ein neuer und der gebrauchte Kopf mit abgenutzter Nadel vergleichsweise im Mikroskop vorgeführt.

Betriebsspannung auf „Umwegen"

Der in der FUNKSCHAU 1955, Nr. 6, Seite 126, beschriebene Fehler, daß eine Röhre ihre Anodenspannung durch Kriechströme erhält, scheint gar nicht selten aufzutreten. Ein zu reparierender Empfanger zeigte auf UKW zeitweilig nur schwachen Empfang, während er in den übrigen Bereichen einwandfrei arbeitete. Bei der Spannungsmessung an der Anode der Zf-Röhre setzte dagegen sofort normaler Empfang ein. Durch Rütteln an der Verdrahtung wurde eine schlechte Lötstelle zwischen der Anode der Zf-Röhre und einem Bandfilter ermittelt.

Anscheinend hielt die Schirmgitterspannung den notdürftigen Betrieb aufrecht, unterstützt durch Kriechstrom an der Lötstelle, deren Kapazität die allerdings stark gedämpfte Weiterleitung der Hf-Spannung bewirkte.

Daß beim Anlegen des Spannungsmessers normaler Empfang vorlag, kann darauf zurückzuführen sein, daß die Belastung der Lötstelle mit dem Meßinstrument ein vorübergehendes Zusammenbacken hervorrief.



Die Antennentechnik in Hannover

Alle maßgebenden Firmen der Antennen-Industrie hatten in Hannover wieder ihre wichtigsten Antennenkonstruktionen in einer Gemeinschaftsschau, der „Antennenstraße" aufgestellt. Außerdem wurden an den einzelnen Ständen der Firmen die jeweiligen Erzeugnisse gezeigt. Allgemein ist festzustellen, daß das Hauptinteresse auf Fernsehantennen und auf Gemeinschaftsantennen für alle Wellenbereiche gerichtet ist.

Störunterdrückung bei Gemeinschaftsantennen

Gemeinschaftsantennenanlagen dienen nicht nur zur bequemen Versorgung von Wohnblöcken mit Empfangsspannungen, sondern sie sollen auch Störungen abhalten. Dabei ist zu beachten, daß ein gewisser Störpegel durch das Abschirmgeflecht auf den Leiter eines abgeschirmten Antennenkabels durchgreifen und Störungen verursachen kann.

In solchen Fällen ist ein Zweidrahtsystem der Eindrahtleitung überlegen, wenn die Empfangsspannungen am Antennenkopf symmetrisch in das Kabel eingespeist werden.

Eine weitere Störquelle sind die auf den Abschirmmantel induzierten zur Antenne hochlaufenden Störspannungen, z. B. von eng benachbarten Starkstromleitungen. Durch eine Brückenschaltung, in die auch der Antennenübertrager einbezogen wird, ist es möglich, diese Störungen ebenfalls zu unterdrücken.

Bei den Gemeinschaftsantennen der Deutschen Elektronik GmbH wird daher am Antennenkopf eine Störkompensation nach **Bild 2** vorgesehen. Der UKW-Dipol D ist symmetrisch an die beiden Kabeladern angeschlossen. Durch den Kabelmantel hindurchgreifende Störungen wirken gleichsinnig auf beide Adern und heben sich in der Wirkung auf. Die Stabantenne S für AM-Empfang wird über einen Symmetrierübertrager $Ü_1$ an die Kabeladern angeschlossen, so daß die gleiche Störkompensation eintritt. In den Empfängeranschlußdosen T sind die üblichen Entkopplungsglieder vorgesehen.

Am Empfänger wird nach **Bild 3** für AM-Empfang wieder ein Übertrager $Ü_2$ angeordnet. Er ergibt den Übergang auf den unsymmetrischen Empfängereingang, während die UKW-Frequenzen unmittelbar symmetrisch an die Dipolbuchsen gelangen.

Die Anordnung nach Bild 2 befindet sich in einem wettergeschützten Rohrstutzen unmittelbar am Auffangorgan, der Übertrager aus Bild 3 sitzt in der Anschlußleitung von der Antennensteckdose zum Empfänger. Durch diese Anordnung wird ein hoher Schutz gegen aus dem eigenen Hause kommende Störungen erzielt und damit zusätzlich das Signal/Stör-Verhältnis verbessert.

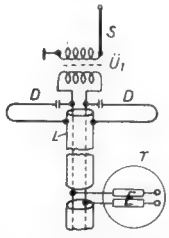


Bild 2. Symmetrische Speisung des Antennenkabels bei den Gemeinschaftsantennen der Deutschen Elektronik GmbH

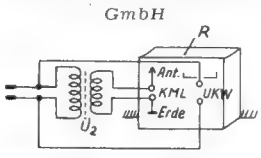


Bild 3. Eingangsschaltung des Empfängers

Antennen nach dem Baukastensystem

Mit Antennen nach dem Baukastensystem wird die Lagerhaltung einfach, und man ist für alle Möglichkeiten gerüstet. So können z. B. zwei Engels-Antennen Typ 6032 mit je einem Spannungsgewinn von 5,5 dB zu einer Duplo-Antenne mit dem Spannungsgewinn 9 dB oder einer Vierebenenantenne mit 12 dB Spannungsgewinn zusammengeschaltet werden.

Neben den scharf bündelnden Zehnelement-Fernsehantennen mit acht Direktoren stellt Engels auch Antennen mit fünf Direktoren her, die bereits in vielen Fällen zum Ausblenden von Geisterbildern ausreichen. Das Vor/Rück-Verhältnis beträgt bei ihnen 20 : 1, der Gewinn 10 dB.

Als Zubehör zum Baukastensystem sei die Traverse 6201 erwähnt, mit deren Hilfe zwei Antennen nebeneinander montiert werden können, um die horizontale Bündelung schärfer zu machen.

10-Elementantenne in Breitbandausführung

Auf der vorjährigen Messe in Hannover zeigte die Firma Fuba zum erstenmal hochselektive Antennen mit zehn Elementen. Die damit erzielten hervorragenden Empfangsergebnisse bewirkten, daß sich diese Konstruktion schnell einführte, obgleich für jeden Kanal eine besondere Ausführung geliefert werden mußte.

Bei Fuba arbeitete man jedoch an der Konstruktion weiter. Das Ergebnis ist die jetzt in Hannover gezeigte neue Type FSA 481. Sie überdeckt alle Kanäle des Fernsehbandes III mit einer mittleren Welligkeit von m = 1,8. Die Empfangseigenschaften dieser Breitbandantenne entsprechen denen einer hochgezüchteten Schmalbandantenne. Die Mittelwerte hierfür sind: Spannungsgewinn = 10 dB = 3,15fach, Vor/Rückverhältnis = 1 : 16, Öffnungswinkel 46°.

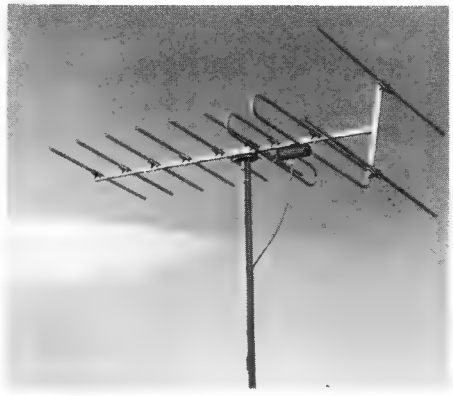


Bild 1. Breitbandantenne mit hohem Gewinn für Fernsehband III von Fuba

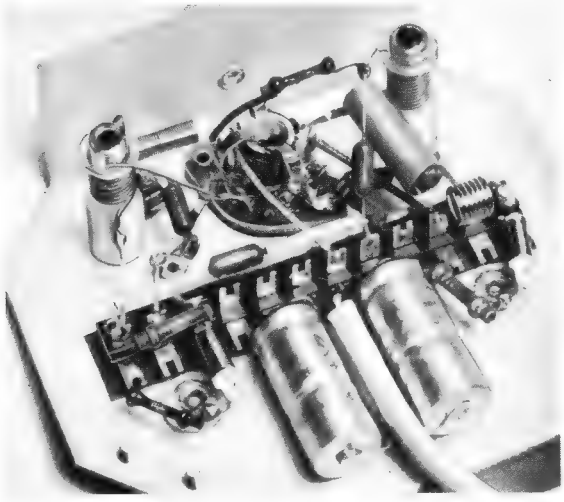
Wie **Bild 1** zeigt, besteht diese Antenne aus zwei Faltdipolen verschiedener Länge. Sie sind über eine Phasenleitung miteinander verbunden. Einer der Dipole ist auf die schnellste, der andere auf die langsamste Bandfrequenz abgestimmt. Diese Anordnung ergibt eine einwandfreie Anpassung und eine gleichmäßige Empfindlichkeit über den gesamten Empfangsbereich. Das hohe Vor/Rück-Verhältnis wird in Bandmitte durch die Phasenkompensation der zusammengeschalteten Dipole erreicht. Die Direktoren beeinflussen in der Hauptsache den schnelleren Frequenzabschnitt und die Reflektoranordnung die langsamen Frequenzen des Bereiches. Alle drei Effekte sind durch die Wahl der Abstände und der Längen der Elemente so aufeinander abgestimmt, daß sich über den gesamten Bereich gute Empfangseigenschaften ergeben. So zeigt Kurve A in **Bild 5** das Vor/Rück-Verhältnis und Kurve B den Gewinn für die Kanäle 5 bis 11.

Kleiner UKW-Antennenverstärker

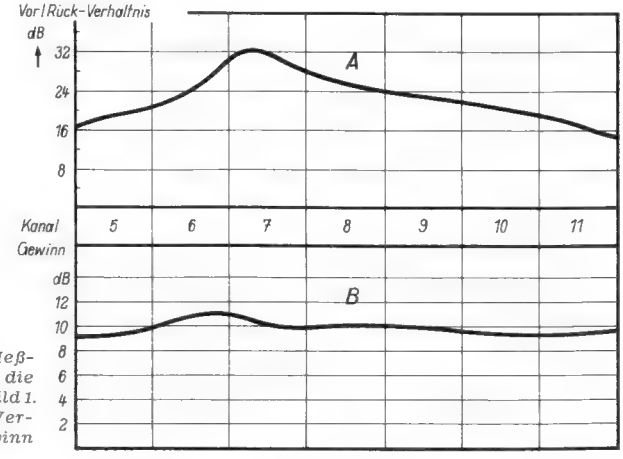
Mit einer Röhre ECC 85 in Cascode-Schaltung erreicht der Kathrein-Antennenverstärker Typ 752 bei zehnfacher Verstärkung ein besonders kleines Störrauschen. Infolge der hohen Eingangsempfindlichkeit können auch schwach einfallende UKW-Sender gut empfangen werden. Der Verstärker erfüllt also zwei Funktionen. Er unterdrückt das Rauschen bei UKW-Fernempfang und dient zum Ausgleich der Leitungsdämpfungen bei Gemeinschaftsanlagen. Der niedrige Preis fällt vor allem bei mehreren Teilnehmern nicht sehr ins Gewicht. Auch die Stromkosten sind bei einem monatlichen Verbrauch von etwa 7 kWh nicht hoch. Den einfachen und raumsparenden Aufbau zeigt **Bild 4.** Die wenigen Einzelteile sind mit kürzester Leitungsführung um die Röhrenfassung herum angeordnet. Auf der Oberseite des Chassis befindet sich der kleine Netzteil, der infolge seines geringen Stromverbrauches ständig durchlaufen kann.

Für Neubauten nur noch Gemeinschaftsantennen!

Der neue klare Wohnbaustil erfordert formschöne technische Antennen. Im Lieferprogramm von Telo wurde deshalb der Bau von Gemeinschaftsantennen in großem Umfang berücksichtigt. Wichtig ist hierbei die richtige Belehrung über das Anlegen des Kabelnetzes. Die Firma gibt daher ausführliche Informationen für den Entwurf von Gemeinschaftsanlagen für alle Wellenbereiche heraus. Hierzu stehen Kabel, Kopplungsdosen, Abzweigdosen, Hörstellendosen, Anschlußschnüre und Antennenverstärker zur Verfügung. Sehr wichtig sind Hinweise: z. B., daß bei Fernseh-Antennenanlagen ab mehr als vier Anschlüssen die Strangteilung günstiger ist als eine bei allen Teilnehmern durchgeschleifte Leitung. Bei der Strangaufteilung werden die Dämpfungsverluste je Strang geringer, die Länge der einzelnen Stränge ist kleiner, ferner nimmt die Zahl der Anschlußdosen je Leitungsstrang ab, d. h. die durch die Dosen verursachte Zusatzdämpfung wird geringer.



Links: Bild 4. Der leitungssparende Aufbau des kleinen Kathrein-Antennenverstärkers



Rechts: Bild 5. Meßergebnisse für die Antenne nach Bild 1. A = Vor/Rück-Verhältnis; B = Gewinn

Einebenen-Antenne mit acht Elementen

Unter Verzicht auf Breitbandigkeit ergibt die Einkanalantenne Delta von Wisi, die nach **Bild 6** aus Faltdipol, Reflektor und sechs Direktoren besteht, eine sehr scharfe Bündelung zum Aussperren von Geisterbildern. Ihre vier- bis sechsfache Leistung gegenüber einem einfachen Dipol macht sie auch zum Weitempfang geeignet, wobei Bauhöhe, Gewicht, Luftwiderstand und Montagekosten geringer bleiben als bei mehrstöckigen Antennen.

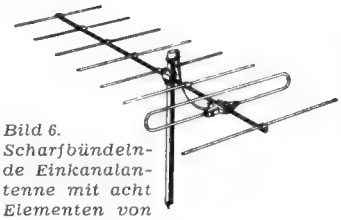


Bild 6. Scharfbündelnde Einkanalantenne mit acht Elementen von Wisi

UKW-Leichtdipol für Rundempfang

Das dichtmaschige UKW-Sendernetz erlaubt heute fast überall mit einfachen Mitteln UKW-Empfang. Diese Tatsache sowie die Scheu vor zusätzlichen Kosten verführen dazu, nur die Gehäuseantenne des Empfängers zu benutzen, obgleich sie sehr störanfällig ist.

Zweckmäßiger ist jedoch zumindest eine Fensterantenne. Eine neue preiswerte Ausführung fanden wir bei Hirschmann. Es handelt sich um einen Leichtdipol, der am Fenster (Fesa 80), an der Dachrinne (Fesa 90) oder an einem Mast auf dem Dach (Fesa 100) angebracht werden kann. Als Empfangselement für UKW dient ein gestreckter Dipol mit Anpassungsspule, die den Fußpunktwiderstand für 240-Ω-Kabel transformiert. Der Dipol kann mit gestreckten oder nach vorn abgewinkelten Enden benutzt werden. Durch das Abwinkeln werden die Empfangslücken in der achtförmigen Richtcharakteristik des geraden Dipols beseitigt, so daß die Empfindlichkeit für alle Richtungen annähernd gleich wird.

Das Programm einer Antennenfirma wird erst durch zweckmäßiges Zubehör wirklich vollständig Auch auf diesem Gebiet fanden wir einige nette Neuheiten bei Hirschmann.

Bei scharf bündelnden Hochleistungsantennen zum Ausblenden von Reflexionen wird unter Umständen die eigentliche Empfangsenergie so groß, daß der Empfängereingang übersteuert wird. Für diesen Fall wurde der Abschwächer Typ At 10/20 geschaffen. Er besteht aus einem weißen Preßstoffgehäuse zum Befestigen auf der Empfängerrückwand und enthält ein Dämpfungsglied 10 : 1 für einen Kennwiderstand von 240 Ω.

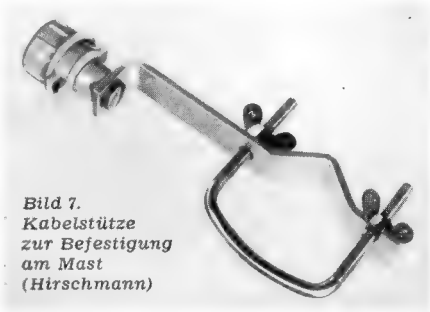


Bild 7. Kabelstütze zur Befestigung am Mast (Hirschmann)

Beim Entwurf der Clap-Antennen (vgl. FUNKSCHAU 1955, Heft 8, Seite 164) wurde auf alle Möglichkeiten Rücksicht genommen. So ist im Isolierteil am Antennenfuß Raum vorgesehen für ein Symmetrierglied Sym 400. Es dient im gesamten Fernsehband III von 174 bis 223 MHz zum Übergang von der Antenne auf ein kürzeres 60-Ω-Kabel.

Kabelniederführungen sind stets durch Windbewegungen gefährdet. Deshalb ist es günstig, wenn das Kabel bereits am Mast durch Kabelstützen befestigt wird. Der feuerverzinkte Typ Kama 20 **(Bild 7)** ist so konstruiert, daß keine losen Teile vorhanden sind, die beim Montieren herunterfallen können. Das Klemmstück für das Kabel ist abgerundet, so daß die Drähte auch bei ständiger Bewegung nicht abgeknickt werden können.

Isolatoren für UKW-Bandkabel

Nach DIN 47 261 ist nunmehr für UKW - Bandkabel einheitlich ein Wellenwiderstand von 240 Ω vorgesehen. Die breitere Kabelausführung mit 300 Ω Wellenwiderstand entfällt, da so hohe Fußpunktwiderstände praktisch kaum auftreten. Das schmalere 240-Ω-Kabel führte zu neuen praktischen Isolatoren mit kleineren Abmessungen

Fixi ist ein kleiner Zimmerisolator zur sauberen Verlegung von Flachkabel. Er sieht gefällig aus und besteht aus reinem Lupolen, isoliert daher gut. Seine Stahlnadel wird vorher eingeschlagen, dann das Kabel eingelegt und druckknopfartig mit dem Oberteil befestigt **(Bild 8)**. Hersteller: Hans Kolbe & Co, Hildesheim.

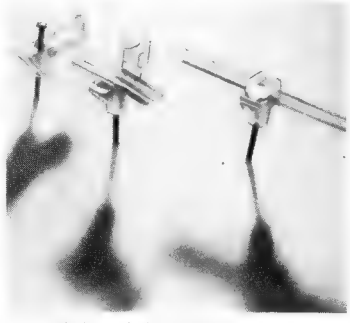


Bild 8. Fixi-Isolator (Fuba)

„Extra kleine Berliner" nennt Roka seine neuen Isolatoren für die schmale UKW - Bandleitung nach DIN 47 261. Sie sind noch kleiner und unauffälliger **(Bild 9)** als die bereits bekannten „Kleinen Berliner" und halten das Kabel auch ohne Durchnageln des Isoliersteges sicher fest.

Für Industriefirmen bringt Roka zum Befestigen von Gehäuseantennen die kleinen Isolatoren Nr. 2216 A heraus. Sie haften selbst auf der Leitung, und die Nadel läßt sich dann mit leichtem Schlag an der Innenseite von Empfängergehäusen, Tonbandmöbeln usw. eintreiben. Hersteller: Robert Karst, Berlin SW 29.

Bild 9. Roka-Kabelisolator

Der in verschiedener Hinsicht einzigartige Plattenwechsler 1003 von DUAL bietet ein Höchstmaß an Qualität, Klangwiedergabe und Komfort.

TECHNISCHE MERKMALE:

* Einfachste Bedienung durch automatische Startvorrichtung N-M kombiniert mit Saphirumschaltung und Tonarmverriegelung!
* Patentierte Gleitvorrichtung fühlt alle Plattengrößen automatisch ab, auch im Einzelspiel.
* Pausenschaltung von 1 bis 4 Minuten (jederzeit auflösbar).
* Wiederholungseinrichtung.
* »Stop«-Taste.
* Gleiche Wechsel- und Pausenzeiten bei allen 3 Drehzahlen!
* Bequemes Abnehmen des Plattenstapels ohne Herausziehen der Wechselachse.
* Breitband-Kristall-Tonabnehmersystem CDS 2/3 für Wiedergabe in höchster Vollendung.
* 2 Stufen-Klangfilter.

Dual

GEBR. STEIDINGER · ST. GEORGEN/SCHWARZW.

Neue Lautsprecher und Mikrofone

„Da sitzt doch einer drin", sagte ein biederer Messebesucher in Hannover, als man am Stand von Telefunken in Halle 11a über einen großen Abhörschrank ein Tonband mit einem Harmonika-Solo vorspielte. Er hatte mit dieser Formulierung das ausgedrückt, was auch alte erfahrene Lautsprecher-Experten empfanden: Man erlebte eine Wiedergabegüte, wie sie zuvor unbekannt war. Klänge, die viele Höhen enthalten, kamen mit einer überraschenden Natürlichkeit und völlig frei von Ein- und Ausschwingvorgängen zu Gehör. Des Rätsels Lösung: Telefunken führte ein Labormuster des Ionophon-Lautsprechers von S. Klein vor, der an Stelle der Membran ein ionisiertes Luftkissen besitzt und völlig masselos arbeitet. Man hat die Rechte für Deutschland erworben und will diesen Lautsprecher weiterentwickeln. In Hannover wurde er in Verbindung mit einem dynamischen Tieftöner benutzt und in einem großen Studio-Abhörschrank zum Abstrahlen der Höhen zwischen 1000 und 20 000 Hz herangezogen.

Das Prinzip des Ionophon ist unseren Lesern bekannt[1]). Zum Ionisieren der Luft in einem einseitig offenen Quarzröhrchen wird ein Hf-Oszillator benötigt, der vom Verstärkerausgang moduliert wird. Das erzeugte Hf-Feld bringt ein „Luftkissen" zum Schwingen, und der Schall wird mit einem Trichter abgestrahlt. Bisher war vielfach die Ansicht verbreitet, daß der erforderliche Nebenaufwand reichlich hoch sei. Das vorgeführte Labormuster **(Bild 4)** zeigte die wahren Verhältnisse. Der Oszillator besteht aus einer Röhre EL 84 mit zugehörigem Spulensatz; er bildet zusammen mit dem eigentlichen „System", also dem Quarzröhrchen, eine Baueinheit, die nicht viel mehr Platz beansprucht als eine mittlere Konservendose. Die Betriebsspannungen für die schirmgitter-modu-

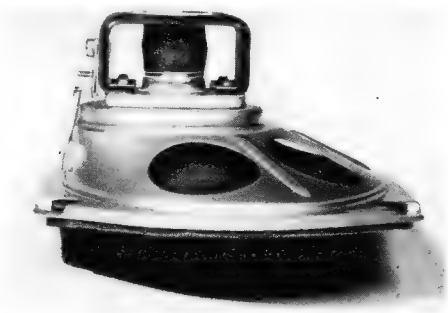


Bild 1. Exzentrischer Hoch- und Mittelton-Seitenlautsprecher für 3-D-Geräte (Isophon)

lierte EL 84 lassen sich dem Netzteil des ohnehin vorhandenen Kraftverstärkers entnehmen. Zunächst dürfte sich die Anwendung auf Studioanlagen beschränken, wobei der Ionenlautsprecher als masseloses Hochtonsystem arbeitet.

Außer den bewährten und bekannten Lautsprechern mit Druckkammersystem von Dethloff-Elektronik, Hamburg und Siemens, Karlsruhe, zeigte die Firma Beyer, Heilbronn, eine neue rechteckige Form. Diese Lautsprecher arbeiten mit scharfer Bündelung und sehr hohem Wirkungsgrad. Druckkammersysteme eignen sich gut zum Beschallen von Freiflächen und erfordern nur geringe Verstärkerleistung. Der günstige Wirkungsgrad war gut an einer im Messegelände aufgestellten Siemens-Gruppe zu erkennen: Auch bei verhältnismäßig bescheidener Lautstärke konnte man auf große Entfernung jede Silbe klar und deutlich verstehen.

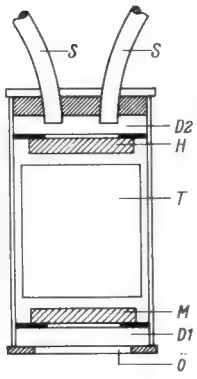


Bild 2. Schnitt durch das Herzschallmikrofon von Ollmann. Ö = Patientenseitige Schalllöffnung; D = Druckkammer; T = Raum für Transistorverstärker und Batterie; H = Hörerkapsel; S = Schallschläuche

[1]) FUNKSCHAU 1952, Nr. 10, Seite 189 und Nr. 24, Seite 483.

Isophon, Berlin-Tempelhof, Lorenz, Stuttgart, Bentron, München und Wigo, Schwenningen, stellten ihr Exportprogramm in den Vordergrund. Wigo verwies besonders auf die feuchtigkeits- und seewasserfesten Typen, bei denen Membran, Schwingspule und Korbauflage (Dichtungsring) aus Glasfaserstoff bestehen. Die Membran ist „rundgerillt" (konzentrische Rillen), ihr Frequenzgang kommt dem von Papiermembranen praktisch gleich.

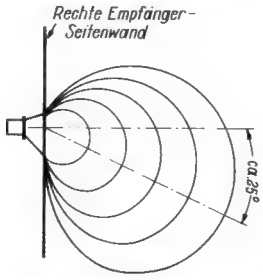


Bild 3. Strahlungsdiagramm des exzentrischen Spezial-Seitenlautsprechers von Isophon

Bei Isophon fand der neue Seiten-Lautsprecher für 3-D-Geräte Typ RT 1318/16/85 viel Beachtung **(Bild 1)**. Schwingspule und Magnetsystem sind exzentrisch angeordnet. Dadurch läßt sich der Lautsprecher nicht nur besser im Empfängergehäuse unterbringen (Magnet in Rückwand-Nähe), sondern die Abstrahlung erfolgt leicht nach vorn gerichtet; und zwar um rund 25° gegen die Mittelachse versetzt **(Bild 3)**.

Ein Spezialmikrofon besonderer Art ist das Herzstetoskop von Bruno Ollmann, Essen. Es ist hinter der Druckkammer D 1 in einem zylindrischen Gehäuse untergebracht **(Bild 2)**, das auf der Gegenseite ein Hörsystem H und bei T einen vierstufigen Transistorverstärker mit Batterien enthält. Der Hörschall geht über die Druckkammer D 2 und zwei Gummischläuche S zum Ohr des Arztes, während das Gerät mit der Öffnung Ö auf die Brust des Patienten aufgesetzt wird. Gegenüber akustischen Stetoskopen hat man den Vorteil, auch solche Blutströmungsgeräusche deutlich zu hören, die viele für Mediziner charakteristische hohe Frequenzen enthalten.

Das Labor Wennebostel, Bissendorf/Hannover, zeigte das neue rückkopplungsarme Tauchspulmikrofon MD 42. Es besitzt Nierenkennlinie, überträgt den Bereich von 200 bis 10 000 Hz (Sprache) und wird mit

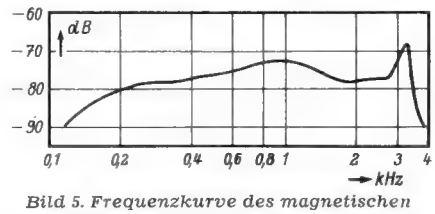


Bild 5. Frequenzkurve des magnetischen Mikrofons M 1 Rb für Transistorverstärker

einem Tuchelstecker auf eine entsprechende Kupplung aufgesteckt, die dann gleichzeitig als Handgriff dient. Das ist eine ungemein zweckmäßige Lösung, weil man auf diese Weise alle zusätzlichen Armaturen (Stativ, Ständer, oder dgl.) einspart. Im Bedarfsfall kann auch an die Stelle der Kupplung ein sog. „Kabelübertrager" treten. Das ist ein mit der Kupplung zusammengebauter Mikrofonübertrager, der die abgehende Leitung hochohmig macht und gleichzeitig die Tonspannung auf den fünfzehn- bis zwanzigfachen Wert bringt. Solche Übertrager erfreuen sich steigender Beliebtheit, weil man sie je nach den gerade herrschenden Verhältnissen am Anfang oder Ende der Mikrofonleitung einfügen kann. Sie werden normalerweise zusammen mit einer Tuchel-Steckerschnur von etwa 1 m Länge geliefert, so daß sie sich wie eine Verlängerungsschnur durch einfaches Zwischenstecken in die Mikrofonleitung einfügen lassen. Sehr zweckmäßig ist ein neuer Kabelübertrager für Mikrofone Typ TM 513 vom gleichen Hersteller. Er sieht äußerlich wie ein Stehlampen-Schnurschalter aus (Maße ca. 7 × 3 × 2 cm) und wird an passender Stelle in das Mikrofonkabel eingefügt. Der Frequenzbereich geht von 50 bis 10 000 Hz, Mu-Metallschirm ist vorhanden.

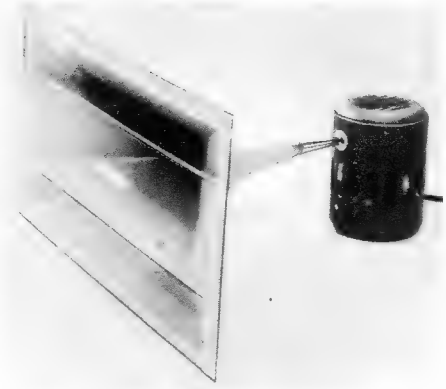


Bild 4. Ionophon-Hochtonlautsprecher mit Hornstrahler (Telefunken)

Die Inac, Internationale Acoustic-GmbH, Hamburg 1, bot magnetische Mikrofone für Transistorverstärker an. Die Abmessungen betragen nur 26 mm ⌀ bei 9 bzw. 12 mm Tiefe (je nach Typ), der Innenwiderstand liegt bei 1 bis 1,5 kΩ. Die Ausführung M 1 Ra ist für Sprache bestimmt, M 1 Rb besitzt einen nach den Tiefen erweiterten Frequenzbereich **(Bild 5)**.

Gehäuse-Lautsprecher mit Resonanzeigenschaften

Unter der Bezeichnung U 5 bringt die Feho-Lautsprecherfabrik Remscheid einen neuen, kleinen und sehr gut aussehenden Zweitlautsprecher in einem Edelholzgehäuse auf den Markt. Man kann diesen Lautsprecher stellen, hängen oder auch durch flaches Hinlegen die Schallwellen von der Decke reflektieren lassen. Wie die Herstellerfirma angibt, soll durch das Spezialgehäuse eine dem Geigenboden ähnliche Resonanz erzielt werden. Das eingebaute 4-W-Ovalchassis besitzt einen starken Alnico-Hochleistungsmagneten und gibt das Frequenzband von 40 bis 14 000 Hertz wieder. Durch einen zusätzlich eingebauten Lautstärkeregler erhält man in Verbindung mit einem Rundfunkempfänger, eine sehr vielseitige Raumklanganordnung.

Versicherung für Fernsehempfänger

Man hört oft Bedenken, ob ein Fernsehempfänger nicht durch alle möglichen Zufälligkeiten und Einflüsse so gefährdet sei, daß man nicht lange seine Freude daran haben könnte. Nun, die bisherigen Erfahrungen haben bewiesen, daß die deutschen Geräte so betriebssicher und zuverlässig sind, daß Reparaturen zu den Seltenheiten zählen. Für alle Schäden, die an einem Fernsehempfänger auftreten können, gibt es jetzt aber außerdem eine Versicherung, die dem Besitzer, aber auch dem eine Teilzahlung gewährenden Händler einen wirksamen Schutz gewährt.

Diese Versicherung erstreckt sich auf Reparaturen sowie auf alle Beschädigungen, die durch Fahrlässigkeit oder von außen einwirkende mechanische Gewalt auftreten können. So wird z. B. Ersatz geleistet, wenn das Gerät beim Reinigen eines Raumes heruntergeworfen oder nach einem Umzug versehentlich an eine falsche Netzspannung angeschlossen wird. Ferner sind die Geräte gegen Wasser- und Brandschäden aller Art sowie gegen Diebstahl versichert. Die Antennenanlage ist ebenfalls in die Versicherung einbezogen.

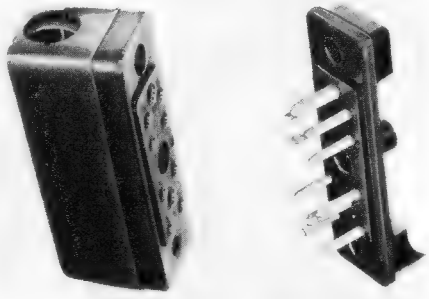
Mit Ausnahme einer Sonderregelung für Bildröhren, wird jeweils der Neuwert ersetzt! Bei Reparaturen werden neben den Material- und Lohnkosten (mit Ausnahme von Bagatellschäden) auch die Transportkosten zur Werkstatt erstattet.

Die Kosten dieser Versicherung betragen im Jahr 3% des Anschaffungspreises für Gerät und Antennenanlage. Bei einem Gesamtwert

von 1000 DM bedeutet dies einen monatlichen Aufwand von nur 2.50 DM. — Die den Schutz übernehmende Versicherungsgesellschaft Tela, München 2, Brienner Straße 52, arbeitet seit etwa 30 Jahren auf dem Spezialgebiet der Versicherung elektrotechnischer Einrichtungen, wie Fernsprechanlagen, Sende- und Empfangsanlagen, Kinovorführgeräte usw. Gegenwärtig sind dort rund 40 000 technische Anlagen mit einer Jahresprämie von 4 Millionen DM versichert.

Steckerleisten für Kabel- und Geräteanschlüsse

Recht vielseitig lassen sich die neuen zehnpoligen Steckverbindungen von Hirschmann verwenden **(Bild)**. Sie bestehen aus Steckerleiste, Buchsenleiste und einer Isolierstoffkappe, die für beide Teile paßt. Stecker- und Buchsenleiste lassen sich sehr gut für die Steckverbindungen von Geräteeinschüben verwenden. Dabei geben je drei Befestigungslöcher sicheren Halt. Mit Hilfe der Isolierstoffkappe (mit Zugentlastung) lassen sich Kabelsteckverbindungen bis zu zehn Anschlüssen herstellen. Die Stecker sind in 2 × 5 Gruppen unverwechselbar angeordnet. Vorhanden sind zwei Stecker mit 3 mm Durchmesser und acht Stecker mit 2 mm Durchmesser.



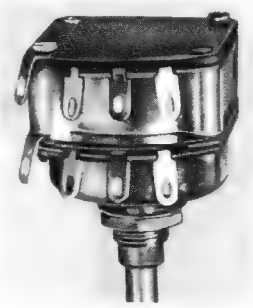
Zehnfach-Steckerleiste und Buchsenteil von Hirschmann. Die Abdeckkappe paßt für beide Teile. Außerdem können die Leisten ohne Kappe für Geräteeinschübe verwendet werden.

Eigenschaften:	Steckerdurchmesser 2	3	mm
Übergangswiderstand	< 1,5	< 0,3	mΩ
Größter Belastungsstrom	4	10	A
Kriechstrecke zwischen zwei Kontakten	≥ 3	≥ 3	mm
Überschlagsspannung zwischen zwei Kontakten	≥ 3	≥ 3	kV_{eff}

Die Lötenden der versilberten Stecker und Buchsen sind verzinnt. Die 3-mm-Buchsen sind kreuzgeschlitzt und werden von einer Ringfeder zusammengehalten. Sie weiten sich auch bei häufigem Gebrauch nicht aus und geben immer guten Kontakt. Die gestanzten 2-mm-Buchsen haben sechs unabhängige Kontaktfedern, die ebenfalls auf die Dauer eine zuverlässige Verbindung gewährleisten.

Zusammensetzbare Tandem-Regler

Versuchslaboratorien, Fachhandel und Reparaturwerkstätten benötigen oft Tandem-Regler mit bestimmten Werten. Da eine umfassende Lagerhaltung bei den unzähligen Kombinationen nicht möglich ist, wurde das zusammensetzbare Ruwido-Tandem-Potentiometer Nr. 107 R geschaffen **(Bild)**. Es besteht aus einem Unterteil T 6 mit Gewindebuchse und Drehachse und aus einem Oberteil T O. Beide Reglerteile sind ab Lager mit den in den **Tabellen** aufgeführten Widerstandswerten und Regelkurven lieferbar. Sie ergeben zusammengesetzt jede gewünschte Kombination. Der Zusammenbau erfolgt nur durch Schrauben und kann daher leicht ausgeführt werden. Das vollständige Potentiometer kostet 4.60 DM, der untere Regler T 6 allein 2.60 DM, der obere Nr. T O 2.- DM. Hersteller: W. Ruf KG, Höhenkirchen bei München.



Tandempotentiometer zum Zusammenschrauben (W Ruf KG)

Die Regler T 0 und T 6 sind ab Lager mit nachstehenden Widerstandswerten und Regelkurven lieferbar:

—	1 k	10 k	100 k	1 M
250 Ω	2,5 k	25 k	250 k	2,5 M
500 Ω	5 k	50 k	500 k	5 M

Regelkurve linear

—	—	10 k	100 k	1 M
—	—	25 k	250 k	2,5 M
–	5 k	50 k	500 k	5 M

Regelkurve pos. log. und neg. log.

Fernseh-Kanalschalter als Bauelement

Günstige Empfängerpreise lassen sich dadurch erreichen, daß, wie in USA, weitgehend fertige Baugruppen von Spezialfirmen bezogen werden. Erfreulicherweise hat sich diese Tendenz auch in Deutschland, und zwar bei den Fernseh-Kanalschaltern angebahnt. So fertigt die Firma NSF seit über zwei Jahren Fernseh-Kanalschalter verschiedener Ausführungen für die Empfänger-Industrie. Wie ein neuer ausführlicher Katalog zeigt, werden die Schalter entweder als mechanische ungelochte Bauteile ohne Spulenbewicklung und Verdrahtung (Typ 101) geliefert. Die Empfängerfirma kann dann bei sich die Montagelöcher nach ihren Wünschen einstanzen und die Spulen wickeln und verdrahten. — Bei einer weiteren Ausführung (Typ 103) sind Lagerbock und Montageplatte bereits gelocht und der Typ 104 wird fertig gewickelt und geschaltet geliefert. — Elektrisch handelt es sich um eine Cascode-Schaltung mit einer Röhre PCC 84 und der Oszillator- und Mischstufe mit PCF 82. Die Gesamtschaltung wurde in enger Zusammenarbeit mit Telefunken entwickelt. Sie stellt das Optimum in bezug auf Empfindlichkeit, geringes Rauschen und Störstrahlsicherheit dar.

Neuerungen

Elektrolytkondensatoren mit glatter Folie haben höhere Betriebssicherheit und längere Lebensdauer. Sie werden deshalb auf dem Fernmeldesektor, für elektronische Geräte usw. bevorzugt. Elektrolytkondensatoren mit rauher Folie kann man dagegen kleiner und wegen der Materialersparnis preisgünstiger fertigen. Man verwendet sie daher vorwiegend in Rundfunk- und Fernsehempfängern. Die Firma Brandt fertigt beide Arten seit Jahren und bietet darin eine große Auswahl mit hochwertigen Eigenschaften. Die Kondensatoren werden so formiert, daß z. B. Ausführungen für 50 µF 350/380 V unbedenklich längere Zeit 400 V vertragen, ohne schadhaft zu werden. Neben den Typen mit der üblichen Schraubbefestigung und mit Schränkklappen gibt es Becher mit isoliertem Überzug und oben und unten axial herausgeführten Lötfahnen oder Drahtanschlüssen. Hersteller: Walter Brandt GmbH, Leopoldstal/Lippe.

Erotrop - Kondensatoren. Die höchste Betriebssicherheit zeigen diese allseitig verlötete Kondensatoren im Keramikrohr nach DIN 41 140 Klasse 1. Sie müssen sämtlichen in der Erdatmosphäre vorkommenden Temperatur-, Feuchtigkeits- sowie sonstigen schädlichen Einflüssen über lange Zeiträume widerstehen können. Die Lebensdauer dieser Bauelemente liegt oft weit über der der Geräte, in denen sie verwendet werden. Mit gleichen Eigenschaften werden Hochspannungs-Rohrkondensatoren bis zu 6.3 kV sowie allseitig verlötete Kleinstkondensatoren in Metallröhren geliefert. Herstell.: Ernst Roederstein, Landshut/Bayern.

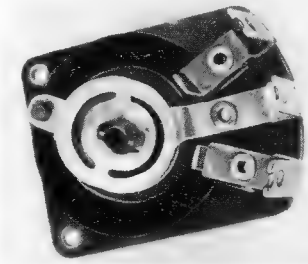
Styroflex-Kondensatoren haben sich wegen ihrer guten und stabilen elektrischen Werte auf allen Gebieten der Nachrichtentechnik als Schwingkreiskondensatoren u. ä. durchgesetzt. Bei der neuen Kleinst-Styroflex-Reihe konnte das Volumen bei gleichen elektrischen Daten auf weniger als die Hälfte vermindert werden. Die Kondensatoren sind nur noch 7 mm lang bei 3 mm Durchmesser. Die Betriebsspannung beträgt 125 V. Werte bis 250 pF sind lieferbar. Hersteller: Siemens & Halske AG.

Mikro - Schraubtrimmer. Zum genauen Abgleichen von UKW- und Fernseh-Abstimmkreisen sind Trimmer mit linearem Kapazitätsanstieg erwünscht. Die Stemag hat daher ihre keramischen Schraubtrimmer für diesen Zweck neu durchkonstruiert. Sie sind an einem Ende mit einem Kunststoffring versehen, dessen Vierkant die Drehsicherung in

einem entsprechenden Chassisausschnitt ergibt **(Bild)**. Die federnde metallische Gegenlage auf dem Gewindebolzen ergibt die Rüttelsicherung und eine gute Erdverbindung. Herst.: Steatit-Magnesia, Porz a. Rh.

Drahtdrehwiderstände. Die sog. „Rundentbrummer" entsprechen keineswegs mehr den heutigen Anforderungen. Die Firma Preh hat deshalb eine Neukonstruktion „Standard 05" herausgebracht. Der Draht wird hierbei nicht auf einen flachen Isolierstreifen gewickelt, der dann zum Kreis gebogen wird, sondern auf einen Ringwickelkörper. Die Drahtenden werden an Lötfahnen angeschweißt. Belastbarkeit 0,5 W, Prüfspannung 1000 V~, lagermäßige Werte 50, 100, 500 Ω, 1, 1,5 kΩ. Hersteller: Preh, Bad Neustadt (Saale).

Ruwido - Einstellregler. Die im **Bild** dargestellte neue Ausführung besitzt sehr sichere Kontaktgabe, gute Konstanz des eingestellten Widerstandswertes,



265° Drehwinkel und ist in allen üblichen Widerstandswerten erhältlich. Infolge der rechteckigen Form lassen sich gut mehrere Regler nebeneinander anordnen. Hersteller: Wilhelm Ruf KG, Höhenkirchen bei München.

Knopfregler. Die Forderung der Subminiaturtechnik führten zur Konstruktion eines neuen Knopfpotentiometers Typ 55 SM mit einem Knopfdurchmesser von nur 13,5 mm. Die Befestigung erfolgt durch seitlich herausstehende Laschen. Zum Anschluß sind verzinnte Kupferdrähte mit 0,4 mm Durchmesser vorgesehen. Hersteller: Steatit - Magnesia AG, Werk Berlin.

Kompensations- und Meßthernewide für größere Belastungen. Die Typenreihe der unter der Bezeichnung „Thernewide" von Siemens gefertigten Heißleiter ist um eine neue Form K 13 erweitert worden. Diese Widerstände bestehen aus einem scheibenförmigen Körper von 16 mm Durchmesser mit seitlichen Anschlußdrähten und einem Mittelloch von 3,2 mm Durchmesser. Sie lassen sich dadurch bequem direkt auf das Meßobjekt aufschrauben, so daß eine Regelgenauigkeit von ± 0,5° C erreicht werden kann. Hersteller: Siemens & Halske AG.

Gegentakt - Ausgangsübertrager für Hi-Fi-Verstärker. Für die in der FUNKSCHAU 1955, Heft 3, Seite 51, beschriebene Schaltung eines Qualitätsverstärkers liefert die Firma Engel den vorgeschriebenen Gegentakt-Ausgangsübertrager mit doppelt verschachtelter Wicklung für ein Frequenzband von 20 bis 20 000 Hz. Die Primärimpedanz beträgt 2 × 4 kΩ (für 2 × EL 84), der Sekundäranpassungswert 7 Ω. Die sorgfältige Ausführung und die ausgezeichneten Eigenschaften rechtfertigen den Preis von 36 DM für diesen Qualitätsübertrager. Hersteller: Erich & Fred Engel, Wiesbaden.

Zf - Filter. Für Hochleistungsempfänger hat Görler eine neue Typenreihe von Zf-Filtern geschaffen. Besonders interessant sind hierbei die Spezialausführungen KF 365 und KF 366 mit besonders kleinen Abmessungen für Auto- und Reiseempfänger. Bei diesen beiden Filtern sind die FM-Kreise mit Carbonyl-Eisenkernen bestückt, während die Abgleichkerne der AM-Spulen aus Ferrit bestehen. Um die AM-Spulen sind zur Reduzierung

des Streufeldes und zur Gütesteigerung Schalenkerne aus Carbonyleisen angeordnet.

Für reine AM-Geräte sind in gleicher Bauweise Zf-Filter nur für 460 kHz vorgesehen, die eine Grundfläche von nur 19 × 19 mm besitzen. Genaue Einzelheiten über das gesamte Programm enthält die Liste H 28/m. Hersteller: J. K. Görler, Mannheim-Rheinau.

2 × Maxima 1 ist eine Fernseh-Doppelantenne für schwierige Empfangsbedingungen. Sie wird verwendet, wenn der Empfang durch starke Reflexionen beeinträchtigt wird. Die „2×Maxima 1" besteht aus zwei Einzelantennen auf einem Doppelträger **(Bild)**. Sie werden auf 60 Ω angepaßt. Die Niederführungen sind getrennt und genau gleich lang bis in den Dachboden zu führen und werden dort erst über ein Transformationsglied an das eigentliche zum Empfänger führende Kabel angeschlossen. Hersteller: Anton Kathrein, Rosenheim/Obb.

Antennenbefestigungsmaterial. Neben einem umfangreichen Antennenprogramm führt die Firma Kleinhuis auch sehr zweckmäßiges Zubehör. Sämtliche Metallteile, Kabelstützen, Mastabspannschellen usw. sind durch Oberflächenbehandlung sorgfältig gegen Einfluß von Industrieabgasen und gegen Seeklima geschützt.

Schornsteinbänder mit Spannvorrichtung bestehen aus bestem Tiegelgußstahl. Bewährt haben sich auch die schlagfesten Isolatoren für UKW-Bandkabel **(Bild)**. Herst.: Hermann Kleinhuis, Lüdenscheid i. W.

Bimetall-Zeitschalter. Oft wird im Gerätebau ein Schalter mit großer Zeitverzögerung benötigt. Sehr nützlich sind hier die neuen Mentor-Schalter Nr. S 54 344. Bei ihnen wird durch Einschalten einer Heizwicklung ein Bimetallstreifen langsam erwärmt; er krümmt sich dadurch, springt dann plötzlich in die Arbeitsstellung und schließt den eigentlichen Stromkreis. Die Schalter sind sehr klein gebaut. Sie eignen sich als Impulsgeber, Verzögerungsschalter für Röhren, bei denen der Anodenstrom erst später eingeschaltet wird und für viele andere Zwecke. Hersteller: Dr.-Ing. Paul Mozar, Düsseldorf.

Kupplungen mit Edelmetallkontakten. Eine neue Reihe von Mentor-Steckkupplungen wurde sorgfältig auf die Erfordernisse in der Hf- und Nf-Technik durchgebildet. Sämtliche Kontaktflächen bestehen aus Edelmetall. Die Kontaktfedern bewirken eine Selbstreinigung der Kontaktstellen. Der Übergangswiderstand ist sehr gering. Die Normalbelastung eines Kontaktstiftes beträgt 10 A. Durch einen Verschraubungsring werden die Kupplungen selbst bei größten Erschütterungen sicher festgehalten. Geliefert werden sechs Ausführungen, und zwar jeweils Buchsen und Steckerteil für Kabel, für Einbau in Geräte und für den Aufbau auf Frontplatten. Jede Kupplung ist mit ein bis acht Kontaktstiften lieferbar. Hersteller: Dr.-Ing. Paul Mozar, Düsseldorf.

Kupplungsstecker. Für Prüfadapter und andere Zwecke benötigt man oft Steckerteile, die in normale Röhrenfassungen hineinpassen. Preh stellt zu diesem Zweck Stecker für siebenpolige Miniaturfassungen, neunpolige Novalfassungen und auch für Ablenkeinheiten und Bildröhrenfassungen her. Die Kupplungsstecker können auch mit einer Abschirmhaube geliefert werden. Hersteller: Preh, Bad Neustadt/Saale.

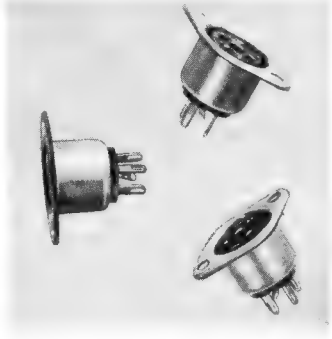
Röhrenfassungen für elektronische Geräte in Noval- und Miniaturausführung werden von Valvo gefertigt. Sie besitzen versilberte oder vergoldete Gabelfederkontakte und können mit und ohne Abschirmkragen geliefert werden. Die zugehörigen Abschirmbecher stehen in vier Längen für Novalröhren und drei Längen für Miniaturröhren zur Verfügung. — Eine neue Octalfassung in Keramikausführung ist bis 1,6 kV spannungsfest. Hersteller: Valvo GmbH, Hamburg 1.

Abschirmfassungen. UKW-Bausteine erfordern abgeschirmte Röhrenfassungen, um jede Strahlung zu unterbinden. Damit die Abschirmbecher sicher festsitzen und gute Erdverbindung ergeben, bringt Lumberg an seinen Abschirmfassungen konische Bajonettschlitze an, die den Becher einwandfrei festpressen. Hersteller: Karl Lumberg, Schalksmühle i. W.

Schaltbuchsen. Die bekannten Mentor-Schaltbuchsen wurden durch zusätzliche Kontaktanordnungen erweitert, so daß listenmäßig jetzt acht verschiedene Ausführungen vorliegen. Durch einen zusätzlichen Druckknopf kann jede Schaltbuchse als Tast- und Zeitschalter verwendet werden. Hersteller: Dr.-Ing. Paul Mozar, Düsseldorf.

Bandfilter-Aufbauten für Versuche und für den Selbstbau von Fernsehempfängern werden in drei verschiedenen Ausführungen geliefert. Sie bestehen jeweils aus einem Sockel, einem glatten 5,5 mm starken Spulenrohr aus Polystyrol für einlagige Wicklungen, zwei Gewindekernen M 4 × 12 und einer Abschirmhaube. Hersteller: J. K. Görler, Mannheim-Rheinau.

Diodenanschlußbuchsen. Für den Anschluß von Tonbandgeräten oder Verstärkern an Rundfunkempfängern führt man zweckmäßig einen Anschluß von der Empfangsdiode heraus, um ein möglichst gradliniges und nicht durch die Klangregler beeinflußtes Nf-Spektrum zur Verfügung zu haben. Andererseits ist die Diodenleitung sehr brummempfindlich. Deshalb empfiehlt es sich, nur gut abgeschirmte Anschlußbuchsen und Stecker hierfür zu verwenden. Die im **Bild** dargestellten Buchsen mit drei Anschlüssen sind in Zusammenarbeit mit Rundfunkempfängerfirmen entwickelt und erfüllen alle Ansprüche. Dazu passende Stecker befinden sich in Vorbereitung. Hersteller: Preh, Feinmechanische Werke, Bad Neustadt/Saale.



Der Franzis-Verlag teilt mit

1. Die Kurzwellen: Das schon vor längerer Zeit angekündigte neue Werk von Werner W. Diefenbach ist soeben erschienen. Als ein Buch von 256 Seiten mit 337 Bildern und zahlreichen Tabellen stellt es eine Einführung in das Wesen und in die Technik für den Rundfunkhörer und für den Amateur dar. Es ist die 4. völlig neu überarbeitete und erweiterte Auflage des bereits vor dem Krieg herausgekommenen Werkes von Dipl.-Ing. F. W. Behn und Werner W. Diefenbach. Das Buch ist in Ganzleinen gebunden, mit farbigem Schutzumschlag versehen und kostet **16.— DM.** Für den Amateur ist diese Neuauflage infolge der zahlreichen Schaltungen und Konstruktionszeichnungen besonders wertvoll. — „Die Kurzwellen" ist in erster Linie ein technisches Buch; das Werk bringt daneben aber soviel über die Organisation des Amateurwesens, die Betriebsabwicklung, die Empfangs- und Sendeamateur-Prüfungen, daß man es als universelles Handbuch für den Kurzwellen-Amateur bezeichnen kann. Darüber hinaus ist es so recht ein Lese- und Lernbuch für den angehenden jungen Amateur wie auch für den erfahrenen Kurzwellenfreund.

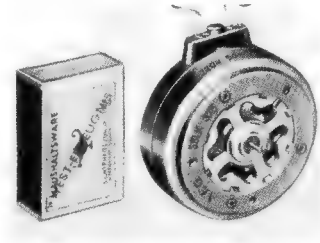
2. Schwebungssummer in Entwurf und praktischer Ausführung, so heißt die soeben erschienene neue Nummer 78 der Radio-Praktiker-Bücherei. Verfasser ist unser Mitarbeiter Herbert Lennartz (64 Seiten mit 42 Abbildungen, **Preis 1.40 DM**). Das Buch stellt die wohl gründlichste Arbeit über Schwebungssummer dar, bringt Prinzip- und praktisch ausgeführte Schaltungen bewährter Geräte mit der vollen Dimensionierung und kommt damit für jeden in Frage, der Schwebungssummer bauen oder verwenden will.

3. Einbanddecken: Für die FUNKSCHAU sind Einbanddecken 1954 sowie in neutraler Fassung ausreichend lieferbar; **Preis 3.— DM.** Ebenso können Sammelmappen mit neuzeitlicher Stäbchen-Mechanik geliefert werden; **Preis 5.80 DM.** Für das RADIO-MAGAZIN sind Einbanddecken für die Jahrgänge 1952 und 1954 am Lager. **Preis 3.— DM.** Die neutrale Ausführung dieser Decken wird nicht mehr gefertigt; hierfür empfehlen wir die Sammelmappen mit Stäbchen-Mechanik zum Preise von **4.80 DM.**

4. Auf vielfache Anfragen: Die Beilagen der FUNKSCHAU „Röhren-Dokumente", „Schaltungssammlung" und „Ingenieur-Beilage" sind **getrennt nicht** lieferbar. Dagegen können die „Funktechnischen Arbeitsblätter" für sich bezogen werden, und zwar in Form der sogenannten Lieferungs-Ausgabe, die je Lieferung 20 Blätter = 40 Seiten umfaßt und je **4.80 DM** kostet. Bisher liegen die Lieferungen 1 bis 11 vor.

5. Die Nummern 4, 13, 16 und 55/56 der Radio-Praktiker-Bücherei sind nahezu ausverkauft. Können Bestellungen auf diese Nummern, die uns in diesen Wochen erreichen, nicht ausgeführt werden, so mag man nicht ungeduldig werden; alle vier Hefte befinden sich in Neuauflagen in Vorbereitung und sind in absehbarer Zeit wieder lieferbar.

FRANZIS-VERLAG - München 2, Luisenstraße 17 - Postscheckkonto München 5758



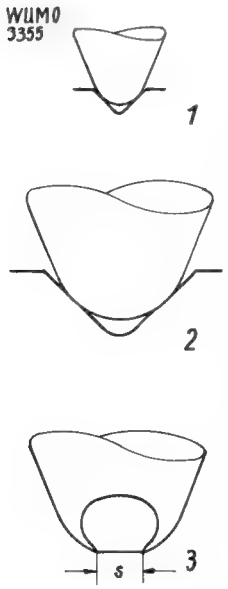
Synchron - Kleinstmotor. Der AEG-Motor SSLK ist ein Langsamläufer hoher Leistung für Uhren und ähnliche Zwecke **(Bild)**. Er verbraucht nur 2 W, besitzt kleine Abmessungen, geringe Geräuschentwicklung, läßt sich leicht montieren und verursacht keine Streufelder. Herst.: AEG, Berlin und Frankfurt.

Gleichstrom-Kleinstmotoren der Typenreihe GR sind Kollektormotoren, deren Ständerfeld durch einen hochwertigen Dauermagneten aufgebracht wird. Die Motoren haben daher Nebenschlußcharakteristik, d. h. die Lastdrehzahl liegt wenig unter der Leerlaufdrehzahl. Auch ändert sich die Drehzahl bei Belastungsschwankungen nur wenig. Die Motoren haben einen guten Wirkungsgrad, der in der Regel zwischen 40 und 60 % liegt. Sie werden für abgegebene Leistungen von 0,3 bis 20 W in verschiedenen Größen gefertigt. Hersteller: Christ. Dunker, Oberbreisig.

Spaltpolmotoren. Diese selbstanlaufenden Einphasen-Wechselstrom-Kleinstmotoren für die verschiedensten Zwecke ermöglichen kleine Bauweise bei größter Leistungsabgabe. Sie werden im allgemeinen für 110/220 V und für n = 2600 geliefert. Passende Motorfüße und Flansche sowie Kleinstgetriebe mit Gleit- oder Kugellagern sind ebenfalls im Lieferprogramm enthalten. Hersteller: NSM Apparatebau GmbH, Braunschweig.

Ersa-Z-Lötspitzen verhindern den Kupferabbrand am Lötspitzenschaft und damit das Festbrennen oder Dünnerwerden der Lötspitze. Die neuen Einsätze bestehen aus reinem Elektrolytkupfer mit zunderfester Oberfläche. Das **Mikrobild** zeigt, wie innig diese Spezialauflage mit dem Kupfer verbunden ist. Die Z-Lötspitzen können rotwarm verformt werden, ohne daß der Überzug Schaden leidet. Die Haltbarkeit der Lötkolben wird dadurch erhöht und der Aufwand für die Instandsetzung herabgesetzt. Herstell.: Ernst Sachs, Berlin-Lichterfelde.

WUMO-BERICHT AUS DER PHONOTECHNIK Nr. 20



Zum Abtasten der Schallplatten werden bekanntlich Saphirnadeln benutzt, die in dem Rufe stehen „Dauer"-Nadeln zu sein. Im nachfolgenden soll untersucht werden, wie weit dieser Ruf berechtigt ist.

Die Abtastspitze der Nadel hat die Form eines an der Spitze kugeligen Kegels. Die Abrundungskugel ist es allein, die mit der Rille in Eingriff steht. Die Abrundungsradien der Nadeln sind winzig klein und betragen für Normalplatten etwa 0,06 mm und für Mikrorillen-Platten etwa 0,025 mm.

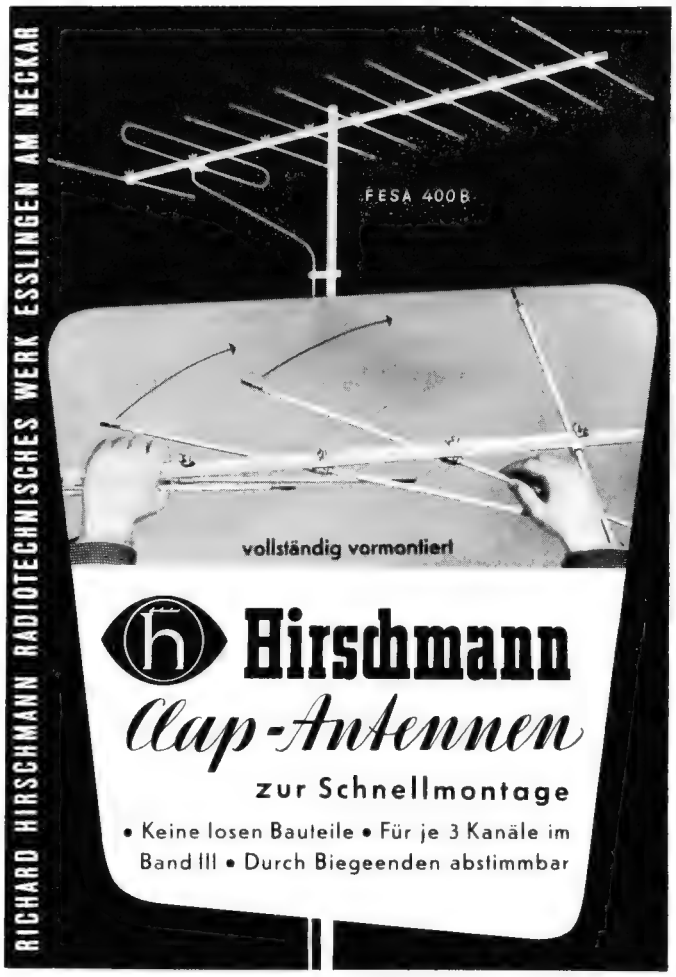
Nebenstehend sind in gleichem Größenverhältnis eine Normal- (2) und eine Mikrorille (1) mit zugehöriger Nadel im Querschnitt gezeichnet. Die Berührung zwischen Nadel und Rille erfolgt auf einer winzig kleinen Fläche von etwa 1/1000 qmm, solange die Nadel noch neu ist. Nach einer Spielzeit von etwa 1 Stunde hat sich die Nadel aber bereits so weit eingeschliffen, daß eine größere Fläche den Nadeldruck aufnimmt, wodurch Nadel und Platte geschont werden. Dieses rasche Einschleifen erfolgt, obwohl Saphir nach Diamant das härteste Mineral ist. Die weitere Saphirabnützung bleibt bis etwa 100 Spielstunden vernachlässigbar. Dann hat sich aber die Spitze dem Rillenprofil so stark angepaßt, daß sie auf dem Rillengrund läuft und so das Störgeräusch erhöht wird. Im weiteren Betrieb wird dann die Nadel in Richtung der Rillen so lang eingeschliffen (Schiffchenbildung s. Abb. 3), daß sie den scharfen Rillenkrümmungen hoher Töne nicht mehr zu folgen vermag, die hohen Töne nicht mehr wiedergibt und die Platten zerstört. Nach 150 bis 200 Stunden ist der Zustand erreicht, wo die „Dauernadel" ersetzt werden muß.

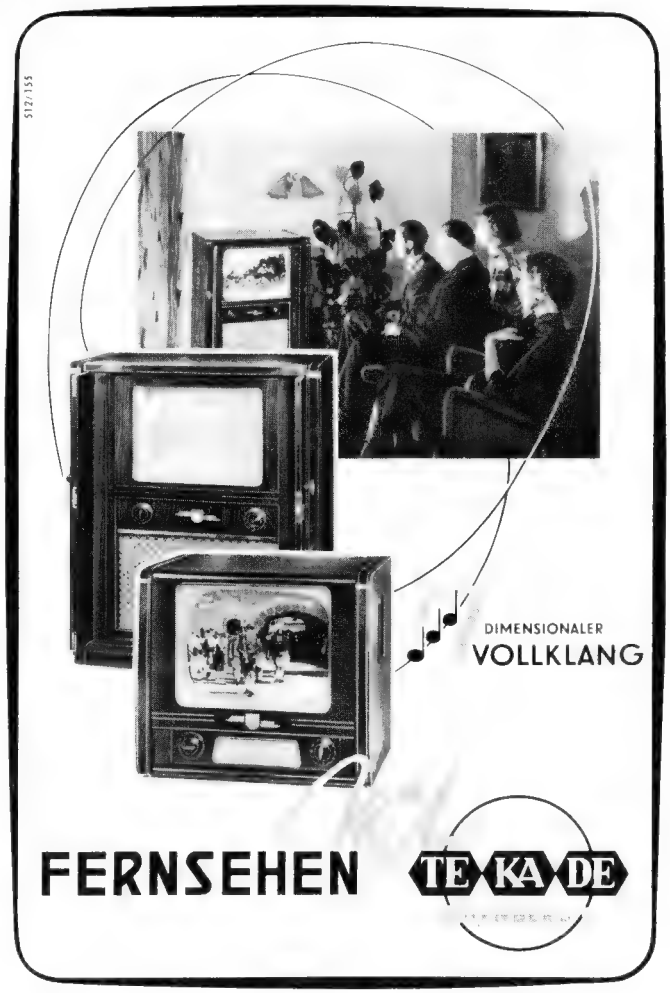
Für aufmerksame Ohren kündigt sich dieser Zustand dadurch an, daß bei den letzten Rillen der Platten Verzerrungen der hohen Töne hörbar werden. Diese Kontrolle ist aber sehr unzuverlässig und nur eine mikroskopische Untersuchung oder besser eine Vergrößerungsprojektion lassen ein sicheres Urteil erzielen

Die Erfahrung zeigt nun leider, daß der Abnützung der Nadel viel zu wenig Beachtung geschenkt wird, denn der Ersatzbedarf ist, gemessen an den verkauften Platten, außerordentlich gering!

Hören unsere Schallplattenfreunde die schlechte Wiedergabe nicht, oder sehen sie das Auswechseln der Nadeln als zu schwierig an? Die Tonarme der WUMO-Geräte sind jedenfalls mit einem Einsteckkopf versehen, der das Tonabnehmersystem enthält und der nur herausgezogen zu werden braucht, um die Nadel oder das System bequem auswechseln zu können.

WUMO-APPARATEBAU G. M. B. H. - STUTTGART-ZUFFENHAUSEN





FEHO-Lautsprecherfabrik G.m.b.H., Remscheid-Bliedinghausen, Schließfach 19

BERU Funkentstörmittel
ENTSTÖR-ZÜNDKERZEN
ENTSTÖR-KONDENSATOREN
ENTSTÖR-STECKER usw.
Für alle Wellenbereiche
BERU VERKAUFS-GESELLSCHAFT MBH., LUDWIGSBURG

TRANSFORMATOREN
Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen
Herbert v. Kaufmann
Hamburg - Wandsbek 1
Rüterstraße 83

SELEN-GLEICHRICHTER
für Rundfunkzwecke: (Elko-Form)
für 250 V 20 mA zu 1.45 brutto
für 250 V 30 mA zu 1.90 brutto
für 250 V 40 mA zu 2.40 brutto
für 250 V 60 mA zu 2.80 brutto
sowie andere Typen liefert:
H. KUNZ, Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10

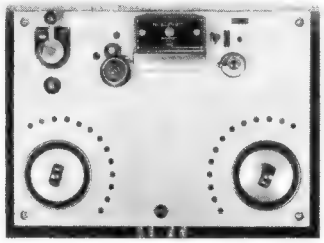
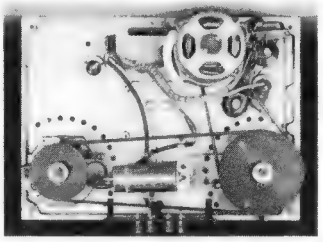
Klein-Potentiometer mit Schalter 500 kΩ und 1 MΩ			1.20
Radio-Sicherungen (alle Werte 0,2 - 1 A)		%	4.50
Lautsprecher-Leitung 2 adr. Kunststoff flexibel			—.11
Elko 50 µF 385 V Zentralbef.	1.25	Perm.-Chassis 3 W 125 mm ∅	7.95
Elko 16 µF 550 V Zentralbef.	1.20	UKW-Fensterdipol mit Winkel	4.50
Elko 16+16 µF 550 V Zentralbef.	1.65	UKW-Kabel 240 Ω	—.18
Elko 32+32 µF 550 V Zentralbef.	2.25	E 14-Birnen 220/15 W	—.75
Elko 50 µF 550 V Zentralbef.	1.95	Netzstecker 2 teilig	—.17
Kippschalter 1 pol. Aus Zentralbef.	—.25	Schukostecker	—.65
Kippschalter 2 pol. Aus Zentralbef.	—.45	Netzkupplung m. Kr.	—.29
Einbau-Druckschalter	—.22	Schukokupplung	1.25
Lautsprechergehäuse	7.50	T-Stecker schw. Ausf.	—.20
		Schuko-Zweigstecker	1.75
		Gerätestecker St.	—.40
		dto. mit Schalter	1.10
		Steckdose Aufputz	—.36
		Spannungsprüfer	1.45
		Regler-Bügeleisen	14.75

Prompt Nachnahme-Versand (an Fachhandel) mit 3% Skonto. Zwischenverkauf vorbehalten. Fordern Sie bitte neue Liste an. Viele weitere günstige Angebote in Kleinteilen.
Hans-Joachim Sickel
RUNDFUNK-SPEZIAL-GROSSHANDLUNG
HANNOVER · Göbenstraße 40 · Telefon 62102

Reparaturen an Meßinstrumenten
werden preiswert und fachmännisch ausgeführt!
Völkner
BRAUNSCHWEIG · ERNST-AMME-STRASSE 11

STV 280/40
STV 280/80
und andere
aus laufender Neufertigung mit Garantie
ELAZET
Angerer & Co. K.G.
MÜNCHEN 2
Herzog-Wilhelm-Str. 3

Tempo
Die Qualitäts-Schallplatte mit dem niedrigen Preis
Lieferung durch:
HANS DATZ Ing.
Radio- u. Elektrogroßhandlung
AMBERG/OBERPFALZ

VOLLMER
MAGNETTONGERÄTE
VOLLMER-Magnettonlaufwerk-Chassis MTG 9 CH, für 19 - 38 - 76 cm/sec. Bandgeschwindigkeit. 1000 m Bandteller, Synchronmotor, schneller Vorlauf. Mit und ohne Köpfe kurzfristig lieferbar.
EBERHARD VOLLMER
Eßlingen-Mettingen, Obertürkheimer Str. 23

Wir suchen u. a.
Röhren F 2a, C 3m und **Stabilovolt**, außerdem **Geräte BC 221**
HENINGER, München
Schillerstr. 14, T. 592606

Zuverlässiger Gerätesicherung durch
-Feinsicherungen
nach DIN 41 571 und Sonderabmessungen in Glas mit vernickelten Messingkappen
J-H-G-Feinsicherungen
JOHANN HERMLE
Gosheim-Württ.

Lautsprecher und **Transformatoren**
repariert in 3 Tagen gut und billig
RADIO ZIMMER
SENDEN/Jller

Lautsprecher-Reparaturen
erstklass. Ausführung, prompt und billig
20jährige Erfahrung
Spezialwerkstätte
HANGARTER · Karlsruhe
Erzbergerstraße 2a

PHÖNIX-Radiokoffer
für Allstrom und Batterie
4 Röhren, 6 Kreise, Ferritstabantenne, große Stationsskala, in sehr elegantem Preßgehäuse (nußbraun oder koralle) 29 x 24 x 10 cm, große Störfreiheit im Auto (gebührenfrei!) kpl. m. Batt. und 6 Monate Garantie 98.50 portofrei durch
Radio-Versand Nürnberg Postfach 7

NORDFUNK-PRÜFGERÄTE

„PILOT" hervorragend bewährter Kleinprüfsender für „AM" mit Festfrequenzen für Schnellabgleich von Rundfunkgeräten. Für jeden Wellenbereich Anfangs- und Endfrequenz - dazu drei Zwischenfrequenzen. Größte Frequenzgenauigkeit. Ideales Gerät für Werkstatt und Service.
Für jeden Arbeitsplatz den „PILOT".
Preis mit Röhre ECH 42 und HF-Kabel . . . . . **DM 48.-** netto

„SPION" ein ganz neuartiger Fehlersucher in kombinierter Form. Schnellfehlersuche durch Multivibrator mit folgender Fehlerfeststellung durch Amplitudenröhre **ARG 200.** Mit Hilfe des „SPION" macht die Fehlereinkreisung wirklich Freude.
Für jeden Arbeitsplatz den „SPION".
Preis mit Röhre ECC 82 und HF-Kabel . . . . . **DM 48.-** netto

„FERNSEHPILOT" - das ganz ideale Fernsehprüfgerät. Bildmustergenerator für horizontale und vertikale Zeilenuntersuchungen. HF-Einstrahlung für alle Fernsehkanäle. Balken senkrecht, Balken waagerecht. Breitbandmultivibrator für Untersuchungen im Fernseh-, HF- und Tonteil. Der Breitbandmultivibrator (Signalgeber) erlaubt auch Prüfungen am AM- und FM-Gerät.
Für jeden Arbeitsplatz den „FERNSEHPILOT".
Preis einschließlich Röhren ECC 82, ECC 82 + Tr. Gl. DM 98.- netto

Generalvertrieb durch: NORDFUNK-VERSAND, Bremen, An der Weide 4/5

gegr. 1920

EMANUEL KLIER

Musikwaren-, Radio-, Elektro- und Phono-Großhandlung
Spezial - **HOHNER** - Grossist
MÜNCHEN 15 · SCHILLERSTR. 18 · TEL. 54053

SPEZIALITÄTEN:

HOHNER-Akkordeon u. -MUND-HARMONIKAS

DYNACORD-Verstärker

RONETTE-Mikrofone

IDEAL-Tonabnehmer-Alleinverkauf

ROGER-, MELOS-, HILOS-, BELETON-, FRAMUS-, FREYKA- und VIBRATON-Tonabnehmer

PHONOABTEILUNG:

VITRINEN leer u. mit eingebautem Laufwerk. Laufwerke und 10-Plattenwechsler aller bekannten Marken. Phonokoffer, Koffersprechapparate, Bestandteile, Zubehör, Plattenständer und Plattenalben.

Alleinverkauf für Eisbär-Langspielplatten für Süddeutschland.

Verlangen Sie mein Lieferungsprogramm. - Meinen neuen Bruttokatalog und Prospekt-Sammelmappe meiner Musikabteilung erhalten Sie auf Anforderung.

Wußten Sie eigentlich schon . . .

. . . daß man mit dem Freilötkolben ERSA 30 mit nur 30 Watt alle Schaltverbindungen in der Funktechnik löten kann?

. . . daß dieser „Lötstifft" nur 2 Minuten Anheizzeit braucht und nur 120 g wiegt?

. . . daß dieses moderne Lötgerät mit der praktischen Auflegescheibe nur 11.40 DM kostet?

Fragen Sie Ihren Fachhändler oder lassen Sie sich den interessanten Prospekt Nr. 131 C 1 kommen von

ERNST SACHS
ERSTE SPEZIALFABRIK ELEKTR. LÖTKOLBEN
BERLIN-LICHTERFELDE u. WERTHEIM-M

TRANSFORMATOREN

für Netz, NF-Technik u. Elektronik, Modulations- und Spezialübertrager. Neuanfertigung und Reparatur. **Lautsprecherreparaturen.**
20 jährige Praxis.

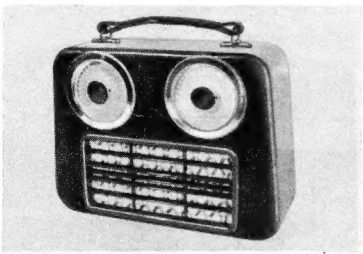
ING. HANS KÖNEMANN
Rundfunkmechanikermeister
HANNOVER · UBBENSTRASSE 2

N.S.F. NÜRNBERGER SCHRAUBENFABRIK UND ELEKTROWERK G.M.B.H. NÜRNBERG

Antenne	Aufnahme
Erde	Wiedergabe
Dipol	Vorlauf
Tonabnehmer	Rücklauf
Tonblende	Lautsprecher
Lautstärke	Höhen
Abstimmung	Tiefen
Mikrofon	Gleichstrom
Kopfhörer	Wechselstrom
Ein-Aus	Allstrom

METALLSCHILDER

mit 20 verschiedenen Texten, Leichtmetall 40 x 11 mm mit 2 Befestigungslöchern, Schrift und Rand silberfarbig, schwarzer Grund. Preis per Stück —.10. Mindestabnahme 10 Stück (sortiert) Mengenrabatte ab 100 Stück!



KOFFERSUPER-GEHÄUSE

dunkelrot, Innenmaß 24 x 17 x 8,5 cm und alle Einzelteile, die für den Selbstbau eines Koffer-Supers benötigt werden, enthält unsere ***kostenl. Koffersuper-Einzelteile-Preisliste***

Zusendung auf Anforderung!

RADIO Gebr. BADERLE · HAMBURG 1 · Spitalerstr. 7

RADIOGROSSHANDLUNG

HANS SEGER

REGENSBURG

Tel. 2080, Bruderwöhrdstraße 12

liefert zuverlässig ab Lager:

- Rundfunk- und Fernsehgeräte
- Phonogeräte und Magnetophone
- Koffer- und Autosuper, Musikschränke

Fernsehgeräte zu neuen Preisen!

Blaupunkt 2054	43 cm	T	DM 748.—
Blaupunkt Sumatra	43 cm	St	DM 985.—
Graetz Kornett	43 cm	T	DM 778.—
Graetz Regent	53 cm	StR	DM 1748.—
Krefft TD 5536 P	36 cm	T	DM 588.—
Krefft TD 5543 P	43 cm	T	DM 678.—
Krefft TD 5543 H	43 cm	T	DM 698.—
Krefft TD 5553 3D	53 cm	T	DM 1068.—
Krefft SD 5443	43 cm	St	DM 948.—
Krefft SD 5553	53 cm	St	DM 1368.—
Krefft Luxustruhe Start	43 cm	StR	DM 1898.—
Nora F 1117	43 cm	T	DM 748.—
Nora Belvedere	43 cm	St	DM 938.—
Nora Tele Universal 3D[1])	53 cm	StR	DM 2780.—
Pawerphon Revue 3D	43 cm	StR	DM 1998.—
Schaub Weltspiegel 17	43 cm	T	DM 698.—
Schaub Weltspiegel 21	53 cm	T	DM 1048.—

[1]) ohne KL 25 Änderung u. Zwischenverk. vorbehalten

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 2, Luisenstraße 17, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.—. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.— zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 2, Luisenstraße 17.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Rundfunk- u. FS-Techniker, 24 Jahre, ledig, vollk. selbst. arbeitend, besond. Kenntn. a. TB-Geräte u. Kältemasch., s. ausbaufähige Dauerstellg. im In- od. Ausl. Angeb. unt. Nr. 5718 H

SUCHE

Röhren - Sonderposten, Marken - Meßinstrum. u. Marken-Meßgeräte, sowie große Posten v. Trockengleichrichtern und Radioeinzelteilen kauft Arlt Radio Versand Walter Arlt, **Berlin - Neukölln,** Karl-Marx-Str. 27, Telefon: 60 11 04/05. **Düsseldorf,** Friedrich - Straße 61 a, Tel.: 80 00 1

Suche preisgünst., gebrauchten Kurbelmast, KM 8, KM 9 o. KM 10, evtl. aus altem Wehrmachtsbest. Ang. unt. Nr. 5703 F erb.

Industrie - Restposten, Meßgeräte, Röhren kft. gegen bar. **Radio-Arlt,** Duisburg, Universitätsstraße 39

Röhren-Angebote stets erwünscht. Großvertr. Hacker, Berlin - Neukölln, Silbersteinstr. 15

Röhren kauft Nadler. Berlin-Lichterfelde, Unter den Eichen 115

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. geg. Kasse z. kauf. gesucht. **Krüger,** München 2, Enhuberstraße 4

Labor-Meßgeräte usw. kft. lfd. Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35

Suche guterhalt. **Quarz-Wellen-Messer** mit all. Zubehör (Quarze, Eichkurven, Stab-Ant. etc.) Preisangebot und Angaben über Frequenzbereich unt. Nr. 5714 H

Suche: Neumann - Mikrofon, ohne Kapsel, evtl. def. geg. Höchstpreis. Ang. unt. 5717 M

VERKAUFE

Verk. DB 13—12, neuw. für DM 170.—. Ang. u. Nr. 5705 K erb.

Philips - Kartograph I Type GM 3152, noch neuwertig, sehr preisgünst. abzugeb. Bitte fragen Sie bei: Rudolf Schmidt, Elektro- und Radio-Großhandlung, Kaufbeuren/Allgäu, Kurat Frankstraße 18

Verk. Engels Umform. 12 V = /220 V ~/220 VA. Radio Busse, (23) Bramsche, Brückenort 11

Verkfe. Handl. tragb. neuen **Mischverstärker** drei Eing. 8 Watt, niederohmiger Ausg. zu DM 175.—. Zuschr. unt. Nr. 5704 W

Studio - Magnetofon Ferrophon III C 3 und Mischpultverstärk. Ihle ZV II. Ang. unt. 5702 R

16 - mm -Tonfilmanlage Agfa m. Verst. DM 900. Angeb. unt. Nr. 5701 B

Einige BC 654 A kpl. mit all. Zubehör, orig. verpackt, je St. DM 800 zu verk. Zuschr. unt. Nr. 5700 Z erb.

Weg. Lagerräumung zu verk.: Magnettonband a. Plexiglasspule 160 m DM 7.—, dto. a. Plexiglassp. 350 m DM 12.—, für 19 cm u. weniger Geschw. dto. freitrag. auf 70 mm Kern, 1000 m DM 14.—, f. 76 u. 38 cm Geschw. Zuschr. unt. Nr. 5610 V

Verk. 18-W-Koffer-Verstärker, eingeb. Laufwerk f. Batt. od. Netz. Zubeh.: Umf. 12/300 V, Netzteil u. dyn. Handmikrofon nach Angeb. Radio - Waller, Attendorn/Westf.

Verk.: V 35 und N 35 betriebsbereit, kompl. geg. Höchstgebot. Zuschrift. unt. Nr. 5716 R

Meßinstrumente ● Meßgeräte für NF und HF

Reparatur, Umbau, Eichung, Skalenzeichnung usw. sorgfältig und preisgünstig

Quarze in Luft und Vakuum von 10 . . . 160 kHz, Thermostate, Normalgeneratoren

M. HARTMUTH · Meßtechnik HAMBURG 13, Isestraße 57

Gleichrichter-Elemente

und komplette Geräte liefert

H. Kunz K. G.

Gleichrichterbau

Berlin-Charlottenburg 4

Giesebrechtstraße 10

SEIT 30 JAHREN

Klein-Transformatoren

FÜR ALLE ZWECKE

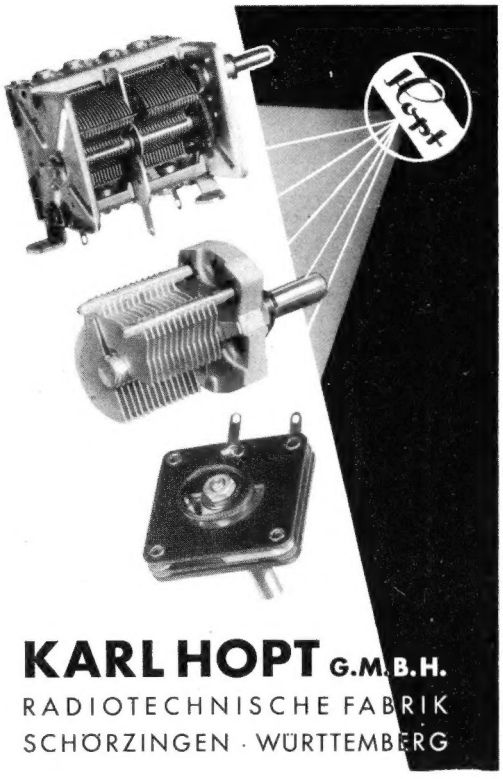
FORDERN SIE PROSPEKTE

ING. ERICH + FRED ENGEL

WIESBADEN 95

Radio- und Fernsehfachmann

(Meister) 44 Jahre, bisher 12 Jahre selbständig, mit Ideen und Initiative, sucht verantwortungsvolle Vertrauensstellung. Langjährige Erfahrung in der Fertigung und Reparatur v. Funkgeräten, Ela.-Anlagen, Transformatoren, Lautsprechern und elektron. Schaltgeräten. Firm in der Ausführung von elektrischen Anlagen. (Generatorenschutz, Fernsteuerungs - Fernmeß - Anlagen). Führersch. Kl. III vorhand. Angeb. unt. Nr. 5715 G



KARL HOPT G.M.B.H.

RADIOTECHNISCHE FABRIK

SCHORZINGEN · WÜRTTEMBERG

Übernehme noch:

Entwicklungs-, Fertigungs- und Schaltarbeiten

Beratung und Kundendienst aus: HF, NF, Elektronik, Elektromechanik und Medizin

Hartmann - Elektronik Bielefeld

Detmolder Straße 117

MEISTER der Rundfunk- und Fernsehtechnik

sucht

28 Jahre, ledig, Abitur, Führerschein III, englische Sprachkenntnisse; mit überdurchschnittlichen praktischen Fähigkeiten und theoretischen Kenntnissen in ungekündigter Stellung als Werkstattleiter in größerem Einzelhandelsunternehmen neuen Wirkungskreis, auch Ausland. Stellenantritt frühestens im September möglich.

Angebot mit Gehaltsvorschlag unter Nr. 5709 H erbeten

ELPHA

Transformatorenbau

Wir fertigen an:

Transformatoren, Drosseln, Spulen, Übertrager, sowie sämtliche Reparaturen.

ELPHA · München 15

Beethovenstr. 3/o, Tel. 59 21 08

Wir verkaufen oder tauschen

gegen Rundfunk-, Fernseh-, Phonogeräte, Kühlschränke 16-mm-Schmalfilmaufnahme- u. Wiedergabegeräte:

Kurbelmasten KM 8 · Meßsender Klein u. Hummel AM/FMMS4 · Mende-Wobbler · Mende-Oszillograf · Vielfachmeßgeräte · Einbaumeßinstrumente UKW-Meßempfänger · Metz-, AEG-, Grundig-Tonbandgeräte · Diktiergeräte · Frequenzmesser

Fordern Sie bitte unsere Listen an und machen Sie uns Ihre Gegenangebote.

Tauschzentrale für elektrotechnische Meß- und Zubehörgeräte.

Werner Kurschat · Ulm-Wiblingen · Pranger 5

Graetz FERNSEHEN RADIO

sucht

1. einen Leiter für das Fernsehprüffeld
2. einen Betriebsassistenten (TH oder HTL)
3. einen Diplomingenieur und
4. einen HTL-Ingenieur der Fachrichtung Hochfrequenz- und Fernmeldetechnik zur Entwicklung von Rundfunkgeräten.

Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild, Zeugnisabschriften, Lebenslauf und Gehaltsansprüchen sowie Angabe des frühesten Eintrittstermins erbeten an

GRAETZ KG., ALTENA (WESTF.)

Wir suchen zur Unterstützung des Fertigungsleiters einen jüngeren, energischen

Betriebsassistenten.

Der Bewerber muß in der Lage sein, die Fertigung eines mittleren Werkes für elektrotechnische Bauteile (Fachrichtung Fernmeldetechnik) selbständig zu führen. Ingenieurausbildung möglichst erwünscht.

Ferner suchen wir für die Erstellung und Wartung elektronischer Geräte jüngere

Ingenieure, Techniker oder Elektroniker.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und einer Darstellung der jetzigen Arbeits- und Gehaltsverhältnisse erbeten unter Nr. 5711 S

Großes Privatunternehmen sucht zum sofortigen Eintritt:

ERFAHRENEN PEILFUNKER

Bewerber sollen über mehrjährige Erfahrung und ausgezeichnete theoretische Grundlagen der Funktechnik verfügen.

Ausführl. Bewerbung mit Tätigkeitsnachweis unter Nr. 5713 M

Wir suchen für unsere Tonbandgeräte-Fertigung (Werk Nürnberg) zum baldigen Eintritt

Jung-Ingenieure der Fachrichtung Feinmechanik und Fernmeldetechnik
Rundfunkmechaniker
Feinmechaniker
Tonbandtechniker

Wir bieten auch jüngeren Kräften die Möglichkeit zur Einarbeitung in interess. Aufgabengebiete und bei entsprech. Leistung gute Aufstiegsmöglichkeiten.

Bewerbungen mit lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angaben über Gehalts- oder Lohnwünsche und frühestem Eintrittstermin sind zu richten an die Personalabteilung der

GRUNDIG RADIO-WERKE · FÜRTH / BAYERN Kurgartenstraße

Graetz FERNSEHEN RADIO

Wir suchen einen

Sachbearbeiter

mit gediegener technischer Grundausbildung

der in der Lage ist, innerhalb unserer Werbeabteilung alle technischen Fragen der Gebiete Rundfunk und Fernsehen zu bearbeiten.
Vorbedingungen sind gute Allgemeinbildung, gewandter Briefstil, flüssiges Diktat und Organisationstalent.
Eintritt zum 1. 7., spätestens zum 1. 8. 1955.
Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild an

GRAETZ KG., ALTENA (WESTF.)

Elektro-Mechaniker

Namhaftes Erdölunternehmen, Sitz Hannover, sucht für ihre Abt. Geophysik zum kurzfristigen Antritt tüchtigen und zuverlässigen

N.F.-H.F.-Verstärker-Fachmann

zur Bedienung und Überwachung seismischer Reflexions-Apparatur sowie zur Teilnahme an den geophysikalischen Feldarbeiten.

Da der Einsatz der Apparatur in den verschiedensten Teilen des Bundesgebietes erfolgt, wollen sich nur Interessenten melden, die möglichst ungebunden und für Aussenarbeiten geeignet sind. Führerschein erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Nach 3mtl. Probezeit Übernahme in das Angestelltenverhältnis möglich.

Meldungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften u. Lichtbild an den Franzis-Verlag unt. Nr. 5712 E.

RÖHREN-PRÜFFELD

Für technische Kontrolle des gesamten Durchlaufs wird wendige und tatkräftige Persönlichkeit gesucht. Dauerstellung.
Angebote unter Nummer 5710 W erbeten

Wir stellen ein für sofort oder später:

Mechaniker
Rundfunktechniker
Schaltmechaniker

für interessante Fabrikation. Bewerbungen zunächst schriftlich möglichst mit Unterlagen und Lohnforderungen.

KLEIN & HUMMEL · Stuttgart · Königstraße 41

Hochfrequenzingenieur und -techniker

für Senderdienst in Oberbayern gesucht. Wohnung kann gestellt werden.

Bewerbungen an:
Sender Freies Europa - München
Englischer Garten 1

Radio-Elektro-Geschäft

Nähe Frankfurt, einziges Rundfunk-Fachgeschäft am Platz, 5000 Einwohner, zu verkaufen. Barpreis ca. DM 8000. Zuschriften unter Nr. 5708 E erbeten.

Mit Rücksicht auf mein Alter suche ich für mein größeres Rundfunkspezialgeschäft mit angegliederter Elektro-Installation einen ledigen

Radio-FACHMANN ODER KAUFMANN

nicht unter 35 Jahren zur selbständigen Führung des gesamten Betriebes, eventuell Einheirat. Angebote mit Lebenslauf und bisherige Tätigkeit sowie Gehaltsansprüche u. Bild unter Nr. 5706 L erbeten.

Hochfrequenzingenieur u. -techniker

für Senderdienst Nähe Mannheim gesucht. Bewerbungen an:

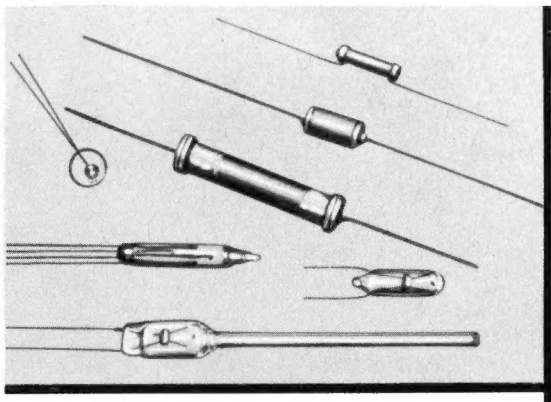
SENDER FREIES EUROPA - MÜNCHEN

ENGLISCHER GARTEN 1

Einmalige Gelegenheit:

Radio-Fernsehfachgeschäft

in großer Kreisstadt Südwürttemberg infolge Krankheit zu verkaufen. Jahresumsatz DM 250 000. Tüchtigem Fachmann, der über DM 30-40 000 bar verfügt, sichere Lebensexistenz.
Angebot an den Franzis-Verlag, unter Nr. 5707 F



»NTC« Widerstände mit hohem negativem Temperatur-Koeffizienten

NTC - Widerstände (**N**egative **T**emperature **C**oefficient) sind stark temperaturabhängige Halbleiter; sie bestehen aus einer homogenen Oxyd-Keramik, die bei hoher Temperatur gesintert wird. Häufig werden diese Widerstände auch als Heißleiter bezeichnet, da ihre Leitfähigkeit mit steigender Temperatur oder Belastung zunimmt. — Der Temperaturkoeffizient liegt bei Raumtemperatur zwischen – 3 und – 6 % / °C. — Durch diese Eigenschaften ergeben sich zwei prinzipielle Anwendungsfälle: Der Einsatz als leistungsabhängiger Widerstand (Widerstandsänderung durch Eigenerwärmung) und die Messung sehr kleiner Temperaturschwankungen (Widerstandsänderung durch Fremderwärmung bei hohem Temperaturkoeffizienten). Auf diesen beiden Prinzipien beruhen alle Anwendungen der NTC-Widerstände.

Die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes kann durch folgende Gleichung näherungsweise angegeben werden:

$$R = a \cdot e^{b/T}$$

a hat die Dimension Ohm und ist nur von der äußeren Form des Widerstandes abhängig, während der Regelfaktor *b* in °K angegeben wird und von der Form und dem NTC-Werkstoff abhängig ist. Die Umgebungstemperatur *T* wird ebenfalls in °K eingesetzt. In Abbildung 1 ist das Widerstandsverhältnis R_{25}/R_t in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur für verschiedene Regelfaktoren *b* aufgetragen. Diese liegen bei den NTC-Widerständen zwischen 1750 und 5700 °K.

Die Strom/Spannungs-Kennlinie eines NTC-Widerstandes bei konstanter Umgebungstemperatur zeigt Abb. 2. Für Temperaturmessungen ist nur der lineare Anfangsteil der *U/I*-Kennlinie geeignet, da in diesem Bereich der Widerstand durch den Meßstrom noch nicht zusätzlich erwärmt wird.

NTC-Widerstände werden in verschiedenen Ausführungsformen, die dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt sind, hergestellt. Neben den scheiben- und stabförmigen Ausführungen stehen für spezielle Anwendungsgebiete Zwerg-NTC-Widerstände zur Verfügung, die lose und in verschiedenen Bauformen mit einer Glasumhüllung hergestellt werden. Zur Messung von Impulsleistungen oder von Effektivwerten stark verzerrter Wechselströme werden mit einer Heizwendel versehene NTC-Widerstände verwendet.

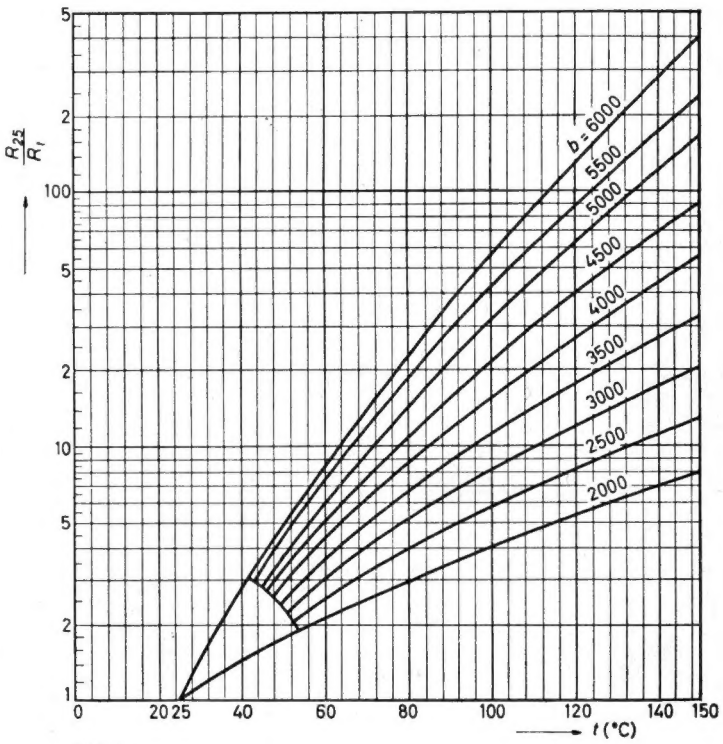


Abb. 1

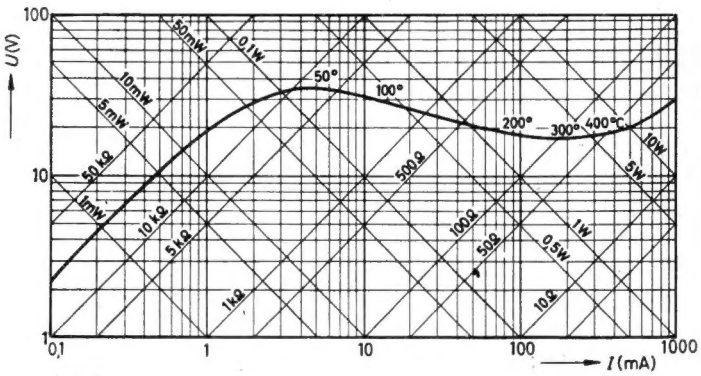


Abb. 2

Einige Anwendungsmöglichkeiten

- Temperaturmessung
- Temperaturregelung
- Kühlwasseranzeige
- Klinische Thermometer
- Effektivwert-Messung
- Spannungsstabilisierung
- Fernregelung von Widerstandswerten
- Feueralarmanlagen
- Bolometer
- Wattmeter
- Niveau-Anzeige
- Pegelregelung
- Schutz von Skalenlampen und Heizfäden in Allstrom-Empfängern
- Untersuchung von Wärmeisolationen
- Vakuummessung
- Messung der Luftfeuchtigkeit
- Messung von Strömungsgeschwindigkeiten
- Relaisverzögerungen
- Alarmanlagen
- Kompensation positiver Temperaturkoeffizienten

VALVO G·M·B·H·

HAMBURG 1 · BURCHARDSTRASSE 19

110 655/76

Bez. 15 212 a
Schimmel Hans W.
Tal 1 c/4 1ks.